

4 vols.

EXPOSITION UNIVERSELLE DE PARIS

EN 1867.

EXPOSITION UNIVERSELLE

DE PARIS EN 1867.

JURY BELGE.

DOCUMENTS ET RAPPORTS.

TOME IV.



BRUXELLES,
IMPRIMERIE ET LITHOGRAPHIE DE E. GUYOT,
RUE DE PACHÉCO, 12.

1870

ÉTUDE

SUR LE

FOUR A GAZ & A CHALEUR RÉGÉNÉRÉE.

Considérations générales. — Dans le système de chauffage connu sous le nom de four à gaz et à chaleur régénérée des frères Siemens, on commence par transformer, dans un générateur spécial, en gaz à brûler les combustibles ordinaires. Le gaz produit passe ensuite dans une chambre remplie de briques réfractaires à une température élevée qui lui cèdent une haute chaleur, et rencontre seulement alors, dans le laboratoire du four proprement dit, le courant d'air qui doit le brûler, courant d'air qui a été, au préalable, fortement échauffé dans une chambre de briques voisine de la première. Après la combustion, qui a lieu en un point voulu et déterminé, les flammes, avant d'atteindre la cheminée, passent dans deux chambres remplies de briques réfractaires, identiques aux deux premières, où elles abandonnent la plus grande partie de leur chaleur : cette chaleur servira dans la suite, par un renversement de courant, à échauffer le gaz et l'air qui traverseront

ces chambres, tandis que les premières, recevant les flammes du four, récupéreront la chaleur qu'elles auront alors cédée.

L'idée constitutive du four Siemens est de prendre la chaleur des flammes qui s'échappent d'un four pour la faire servir de nouveau au chauffage du four même. La transformation du combustible en gaz à brûler fut une nécessité de l'emploi de la chaleur perdue; elle s'imposa à la suite des premiers essais infructueux de ne chauffer que l'air seul pour le diriger alors sur le combustible solide. Dès qu'à ce dernier on fit succéder l'emploi du combustible gazeux, on pensa tout naturellement à lui donner, comme à l'air, un certain degré de chaleur avant de permettre le mélange des deux fluides déterminant la combustion : on se permettait ainsi de surélever sans difficulté la température.

Les qualités des combustibles gazeux et les avantages qu'ils présentent sur les combustibles fixes, surtout quand ils sont au préalable échauffés, sont connus depuis fort longtemps : Ebelmen, notamment, a publié des mémoires nombreux formant une étude très-étendue de ces questions. Mais on n'avait guère jusqu'ici utilisé la chaleur des gaz à leur sortie du four d'une façon aussi complète que dans le nouveau procédé, et, en dehors des applications de la chaleur perdue à la production de la vapeur, à la calcination, au grillage, un grand nombre de fours perdaient encore cette chaleur, toujours considérable, parfois énorme comme dans les verreries et la fabrication des glaces, où les appareils offrent des espaces à chauffer vastes, demandant une température égale et forte en tous les points. La flamme dans ces fours de verrerie, en gagnant la cheminée, emporte la plus grande partie de la chaleur venant de la combustion, chaleur qu'on ne peut faire servir à la production de la vapeur, n'en ayant nul besoin dans ces établissements. C'est dans ces cas surtout que l'économie réalisée par les régénérateurs Siemens

a été plus saisissante et a décidé la transformation rapide des moyens de chauffage.

Un résultat aussi très-grand de l'invention de MM. Siemens est d'avoir trouvé dans leurs chambres en briques réfractaires un accumulateur de chaleur excellent, permettant de chauffer l'air et le gaz à des températures considérables, sans limite en quelque sorte, puisqu'on n'a que celle qui amènerait la fusibilité des matières, frontière naturelle pour tout système. La conséquence de l'invention d'un accumulateur en briques réfractaires a été de pouvoir obtenir aisément une température plus élevée que dans tout autre foyer, et c'est aujourd'hui un des mérites principaux du four Siemens et celui qui en a consacré l'usage là même où l'on aurait emploi avantageux des flammes perdues, le système étant d'autant plus économique, par rapport à d'autres moyens de chauffage, que la chaleur que l'on doit produire est plus grande.

Auparavant l'air et le gaz étaient chauffés à des températures de 200, 300, 400 degrés, ce qui, vis-à-vis des températures données par la combustion directe, n'était toujours qu'accessoire, tandis que, par l'invention Siemens, on peut porter les fluides, avant leur réunion, à 1000, 1500, 2000 degrés et plus, ce qui non-seulement fait entrer en ligne de compte la quantité de chaleur apportée avant la combustion, mais permet d'obtenir, ajoutée à celle-ci, des températures tout autrement actives que les premières. Ainsi, par exemple, si l'acier demande pour fondre 2200 degrés centigrades, il nous faudra employer une houille de première qualité, restreindre les dimensions du four, veiller à n'admettre qu'une quantité d'air bien proportionnée, et prendre toutes sortes de précautions pour obtenir par les moyens ordinaires une flamme possédant au moins 2200 degrés, la température nécessaire. En supposant qu'on atteigne ce degré de chaleur, il faudra un temps très-long pour fondre un

bloc d'acier un peu considérable. On comprend que si, à l'aide du nouveau procédé, on peut plonger cet acier dans une atmosphère de 3000 degrés ou plus, les conditions et les résultats seront totalement changés.

Ainsi, ressaisir la chaleur perdue d'une flamme, et s'en servir pour lui donner un prodigieux accroissement de puissance, tels sont les traits distinctifs de l'invention et ce qui en fait le mérite principal. Ajoutons, comme complément de mérite, les dispositions très-ingénieuses du générateur à gaz et des valves à renversement de courant, qui ont puissamment contribué à rendre pratique le nouveau système.

A l'Exposition universelle de Paris, en 1867, il y avait plusieurs modèles de fours Siemens appliqués à diverses industries. Ils offraient peu de différence entre eux. Un des exemples les plus intéressants était la représentation des appareils montés aux usines de Munkfors, en Suède, pour four à réchauffer le fer: nous en parlons à la fin de ce travail.

Faisons d'abord connaître les appareils spéciaux de combustion, avant d'examiner différentes questions qui s'y rapportent.

Description du gazogène. — Pour se représenter le générateur à gaz, il suffit de concevoir une chambre en briques de $2^m,50$ de hauteur, voûtée sur le dessus, ayant un mur de fond, deux murs de pied-droit qui lui sont perpendiculaires, laissant entre eux un intervalle de $1^m,50$ à 2^m, et une paroi de face formant un plan incliné de 50 à 60 degrés, fait vers le haut de briques réfractaires supportées sur des plaques de fonte, et continué vers le bas par une grille de même inclinaison, se reliant à une grille horizontale ordinaire. Celle-ci se trouve à une quarantaine de centimètres du sol. La distance des deux extrémités, supérieure et inférieure, de la paroi de

face au mur de fond, est respectivement de $2^m,50$ et de $0^m,80$. La grille inclinée peut être composée de barreaux parallèles s'appuyant sur deux supports transversaux, fixés dans les pieds-droits, et, dans ce cas, pour faciliter le nettoyage, on laisse entre les bouts des barreaux et la grille horizontale un espace libre de $0^m,10$ à $0^m,15$ (voir fig. 1 et 2, pl. I); ou bien, c'est une grille à gradins occupant les deux cinquièmes inférieurs du mur de face, et dont on bouche plus ou moins les entrées d'air dans les rangées supérieures (voir fig. 3). Le gradin inférieur, qui souffre plus que les autres, est soutenu par des chenets, supports pleins en fonte, ou creux et traversés par un courant d'eau. On peut les supprimer et renforcer ce gradin en augmentant l'épaisseur. Dans les foyers à gradins, il n'y a pas, le plus souvent, de grilles à barreaux horizontaux pour fermer la face de dessous. A partir du gradin inférieur, le tas de charbon, composé presque exclusivement de mâchefer et de cendres, repose sur le sol. Cette disposition n'est pas à conseiller : il est préférable de terminer la capacité du générateur, vers le bas, par une grille horizontale. Pendant et après le nettoyage du feu, lorsque le combustible repose sur le sol, les gradins sont exposés à une très-forte chaleur de tous les côtés, et ils se détériorent par là rapidement, tandis que, en râblant en dessous de la grille horizontale les escarbilles à mesure qu'on les a fait tomber en tisonnant le feu, on soustrait les gradins et les grilles à la chaleur qu'elles dégagent.

Les gradins doivent être en fer: il est bon d'en limiter le nombre à trois ou quatre et de rapprocher le gradin inférieur du mur de fond, de façon à ne laisser à la grille horizontale qu'une profondeur qui permette d'être certain qu'elle sera, vers le fond, recouverte d'une épaisseur de charbon suffisante. Cette grille horizontale a ses barreaux plus ou moins écartés:

peu de barreaux suffisent quand on brûle le charbon sur une couche de mâchefer.

La voûte du générateur est percée de différents orifices (voir fig. 4) ; deux sont surmontés de trémies qui admettent le combustible dans la capacité intérieure ; d'autres, au nombre de quatre et beaucoup plus petits, répartis en différents points, servent de regards et sont placés de façon à pouvoir, par l'action de ringards, briser les agglomérations, diriger la descente du charbon et en régler la répartition. Au sommet du plan incliné formé par la face de devant, se trouvent des ouvertures par où l'on peut aussi faire descendre le charbon.

Pour empêcher que l'air montant le long des murs du cendrier n'arrive se mélanger aux gaz combustibles, un peu au-dessus de la grille, on rejette le mur de fond en arrière de $0^m,25$ à $0^m,30$, ce qui force l'air à traverser le combustible et à se dépouiller de son oxygène libre (voir fig. 1). Cette simple précaution a une grande influence sur la qualité du gaz. On peut aussi arriver au même résultat, en donnant au mur de fond une légère inclinaison, dans le sens contraire à celle de la paroi de devant.

Alimentation du gazogène. — Le charbon chargé dans les trémies supérieures descend lentement sur le plan incliné. La hauteur de la couche de combustible et l'inclinaison de la grille varient avec la nature du charbon ; plus il est gras, moins il a de tendance à descendre, et plus il faudra d'inclinaison : ce qui revient à dire qu'il faut que le plan incliné fasse avec l'horizon un angle égal à celui du talus que formerait naturellement le combustible employé ; plus la houille est grasse, plus elle laissera d'interstices par l'agglutination de certaines parties, et plus on donnera d'épaisseur. On peut régler cette épaisseur sur la grille inclinée ($0^m,60$ à $0^m,90$), au moyen d'une

petite voûte établie au-dessous de la grande, près de l'orifice de chargement.

La quantité de houille qu'on peut brûler par 24 heures dans un générateur dépend de ses dimensions et de la nature de la houille consommée. Elle varie, pour les dimensions du générateur donné, de 1300 à 1800 kilogrammes. Il est généralement préférable, surtout avec des combustibles gras, de modérer la formation du gaz ; on dirige mieux la combustion et le gaz est refroidi plus facilement : il faut cependant veiller à tenir le générateur en allure suffisamment chaude. Avec du coke, il faudra donner une forte épaisseur, $0^m,90$ à 1 mètre ; on pourra aussi brûler des quantités plus considérables.

Le charbon nouvellement chargé, suivant la capacité du générateur et la rapidité de la combustion, reste de 36 à 60 heures avant d'être entièrement brûlé. On nettoie la grille du générateur ordinairement une fois par 24 heures, et quand il y a plusieurs générateurs, on les nettoie alternativement, à des intervalles réguliers. Le fraisil est recueilli par le triage des cendres qu'on obtient au nettoyage, et il repasse au générateur avec le charbon ordinaire.

Quel que soit le charbon employé, et nous examinerons plus loin en détail les effets produits par divers combustibles, une forte quantité de cendres est toujours dans le gazogène un obstacle sérieux à sa bonne utilisation, et il est fortement à conseiller de laver le charbon sale. Le lavage du charbon est une opération simple et peu coûteuse qui me paraît avoir une importance spéciale dans ce cas-ci.

Combustion dans le gazogène. — Une notable partie de la chaleur au charbon, plus de 30 p. c., est dégagée dans la transformation de la houille en gaz oxyde de carbone : une portion

de cette chaleur sert à distiller les gaz volatils renfermés dans la houille, hydrocarbures, etc. Comme nous le verrons par nos calculs, on peut l'utiliser plus complétement en employant de la vapeur d'eau qui, au contact du carbone dans le gazogène, donne de l'oxyde carbonique et de l'hydrogène qu'on brûle ensuite dans le four. Le poids de vapeur qu'on peut injecter est nécessairement limité, puisque la vapeur refroidit considérablement le générateur; il dépend de la chaleur disponible, provenant de la combustion du carbone par l'air (1). Pour avoir une bonne marche, la masse de charbon, vue du dessus par les regards placés dans la voûte du gazogène, doit être au rouge franc mais sombre, *avoir l'aspect d'un feu de coke*, les morceaux de coke étant moins chauds que les intervalles qu'ils laissent entre eux et par où le gaz chemine. Il ne faut pas dépasser, même quand on active la formation du gaz, le rouge cerise : le rouge clair indiquerait une combustion trop active qui permettrait à une notable portion d'acide carbonique d'échapper à la transformation en oxyde de carbone, ce qui appauvrirait singulièrement le gaz et l'échaufferait en pure perte. L'air s'introduit aussi à travers les vides que présente en général un appareil trop chaud, et il vient brûler les gaz dans le dessus même du générateur où, en bonne marche, il ne doit y avoir ni flamme ni fumée. Le gaz ne doit pas être à une température qui lui permette de s'enflammer tout seul, quand il débouche à l'air.

J'insiste sur ce point extrêmement important, parce qu'il est très-difficile d'ôter aux ouvriers cette idée préconçue que, pour avoir une grande chaleur dans le four, leur gazogène, qu'ils

---

(1) Une disposition qui se rapprocherait du foyer Beaufumé, où les parois sont métalliques et à courant d'eau, utiliserait peut-être convenablement une notable quantité de la chaleur perdue.

considèrent comme le foyer des anciens fours et dont ils ne savent distinguer le rôle, doit être très-chaud, et que plus il est chaud, plus le four chauffe; or c'est précisément le contraire qui existe. Il faut des mois entiers de patience pour leur enlever cette opinion fausse. Avec un peu d'habitude, on peut, pour juger de la qualité du gaz provenant d'un charbon connu, tirer de bonnes indications de l'aspect du gaz, de sa couleur, de son odeur. Il faut aussi éviter dans la combustion un ralentissement, provoqué par le manque d'air ou de tirage, qui amènerait insuffisance de gaz combustible au four en travail. On a trouvé, en comparant les résultats obtenus dans divers établissements, que, pour une tonne de charbon à brûler par 24 heures, il fallait une ouverture de grille de 40 à 45 décimètres carrés. Il a été donné beaucoup plus, jusqu'au double, mais aux dépens d'une bonne marche. Quand le générateur est trop chaud, on le ramène à la température convenable, par l'introduction sous la grille de vapeur d'eau qui est, comme nous l'avons dit, un refroidissant puissant et utile.

Quelle que soit l'allure du générateur, les grilles doivent être toujours bien nettoyées et le charbon s'y trouver au rouge clair : il est nécessaire d'avoir en ce point une combustion ardente.

Les inconvénients d'une allure trop chaude se présentent particulièrement avec des charbons très-gras qui, soumis à l'action d'une trop forte chaleur, s'agglutinent, forment voûte et amènent des irrégularités de descente, d'où des vides nuisibles. Les charbons trop gras ont aussi l'inconvénient de donner beaucoup de produits liquides, des goudrons qui obstruent les conduits et de la suie qui tapisse les tuyaux sur plusieurs centimètres d'épaisseur et se dépose principalement dans les coudes et aux soupapes, là où il y a changement de direction ou rétrécissement. Ces dépôts exigent des nettoyages fréquents.

Refroidissement des gaz combustibles pour obtenir une pression. — La chaleur que possède le gaz dans le générateur est, du reste, mise à profit pour lui donner une certaine pression dans son parcours jusqu'aux régénérateurs, pression nécessaire pour prévenir toute entrée d'air nuisible. Si l'on pouvait placer les générateurs de gaz à un niveau notablement inférieur à celui du four, le gaz, en vertu de sa plus grande légèreté amenée par la chaleur qu'il possède, produirait par son mouvement d'ascension une pression suffisante. M. Siemens avance qu'une différence de niveau de 10 pieds anglais (3^m,05) suffit. Généralement les producteurs de gaz sont au même niveau ou à peu près ; on arrive alors à la pression voulue par l'emploi d'un tube refroidissant (*cooling tub*). Le gaz chaud est mené par un carneau vertical en briques, pour lui garder sa chaleur, à une hauteur de 4 mètres à 4^m,50 au-dessus du sommet du générateur ; il arrive alors dans le cooling tub en tôle où il se refroidit et où sa densité augmente, puis il redescend par un tube qui complète le siphon. On peut calculer la hauteur où doit se trouver le tuyau refroidissant pour obtenir la pression que donnerait une différence de 3 mètres entre les générateurs et le four.

La température du gaz, à sa sortie du générateur, a été trouvée égale à 600 degrés centigrades et, dans le cooling tub, le gaz est refroidi à 40 degrés. La pesanteur spécifique, relativement à l'hydrogène, du gaz dont nous donnons plus loin l'analyse (gaz de Saint-Gobain) étant de 13.14, nous obtenons :

Poids du gaz	par décimètre	cube,	à 600°	centigrades,	0^{gr},351
»	»	»	»	à 40°	»	0^{gr},976
»	de l'air	»	»	à 16°	»	1^{gr},216

D'un côté, par décimètre carré de section et par décimètre de

hauteur, l'augmentation de pression dans le carneau en briques s'élevant du générateur

$$= 1^{gr},216 - 0^{gr},351 = 0^{gr},865$$

et, de l'autre côté, également par décimètre de section et de hauteur, l'excès de pression au bas de la branche descendante du siphon sur un point situé au même niveau dans la branche montante

$$= 0^{gr},976 - 0^{gr},351 = 0^{gr},625.$$

Pour obtenir la hauteur nécessaire, nous avons donc $3^{m},05$ à multiplier par le rapport $\frac{0.865}{0.625} = 1.384.$

$$3^{m},05 \times 1.384 = 4^{m},221.$$

Pour nous rendre compte de cette pression, exprimons-la en colonne d'eau.

$0^{gr},625$ par décimètre carré et par décimètre de hauteur.

Multiplions par 42.21, nombre de décimètres en hauteur,

$$0.625 \times 42.21 = 26.37 \text{ grammes.}$$

Or 1 millimètre d'eau sur 1 décimètre carré donne 10 grammes; 26.37 grammes représentent donc la pression très-faible de $2^{mm},64$ d'eau.

Le refroidissement complet des gaz, outre la pression qu'il leur donne, a l'avantage de condenser la vapeur qu'ils emportent toujours avec eux, et, pour les fours à fer ou à acier, lorsqu'on brûle des combustibles humides, il est de toute nécessité de refroidir complétement les gaz, afin de les débarrasser de la plus grande proportion de vapeur qu'ils contiennent, vapeur qui, si on l'admettait dans le four, oxyderait le métal. Nous parlons plus loin du four à réchauffer le fer des usines

de Munkfors, en Suède, où l'on emploie la sciure verte contenant 45 p. c. d'eau hygrométrique. Grâce à un bon système de condensation, le gaz, sur cent parties, en poids, ne retient plus que deux parties d'eau des trente-trois qu'il contenait avant la condensation.

Disposition des gazogènes. — Quant au nombre de générateurs à placer, il faut en mettre trop pour en avoir assez; comme nous le verrons plus loin dans la comparaison que nous faisons des combustibles, ils peuvent se remplacer l'un par l'autre, pourvu qu'on ait un nombre suffisant de générateurs dans tous les cas : c'est une question de quantité et non pas tant de qualité de gaz. Jusqu'à présent, dans la plupart des usines, on a péché par de trop faibles moyens de production du gaz, et ce défaut enraie tout. Il faut avoir des générateurs de réserve et ne pas être obligé de pousser trop ceux qui sont en marche. C'est une condition essentielle pour être maître du chauffage.

Les générateurs sont accolés l'un à l'autre sur la même ligne : leurs gaz se rendent dans le même tuyau refroidissant. On peut ainsi mieux les surveiller et prendre des dispositions générales convenables, comme placer les grilles à l'abri du vent dominant, opérer des nettoyages alternatifs, de façon à assurer la venue régulière du gaz, etc.

Les générateurs Siemens se passent de ventilateur; c'est un mérite comme simplicité d'installation; mais si l'on fait attention à la façon dont l'air et les gaz sont appelés dans le four, on y voit une cause d'irrégularité pour les proportions de gaz et d'air admis en différents instants. Cette irrégularité, on pourrait l'écarter en grande partie dans des foyers soufflés, où les proportions d'air à envoyer dans le générateur, pour produire les gaz, et dans le four, pour les brûler, pourraient être calcu-

lées de façon à n'excéder que de très-peu le nécessaire ; on arriverait ainsi à une plus haute chaleur, tout en perdant moins par la cheminée. Quoi qu'il en soit, dans le four Siemens, la quantité d'air peut encore être réglée d'une façon assez approchée, par la soupape d'admission d'air ; beaucoup mieux, en tous cas, surtout à cause de la pression intérieure du gaz, que dans le système de four à tirage par cheminée ordinaire.

Parcours du gaz dans le cooling tub et les conduits. — Le gaz, à sa sortie du générateur, monte dans un carneau vertical en briques, d'une section de $0^m,50$ à $0^m,80$ de côté, que nous avons vu devoir être d'au moins $4^m,25$ de hauteur. Dans les parois de cette cheminée montante se trouvent de petits regards dont il suffit de retirer le bouchon pour constater la pression du gaz de l'intérieur vers l'extérieur, des ouvertures pour la nettoyer, et au bas une rainure horizontale, fermée pendant la marche avec du sable, où se met une glissière au besoin, pour isoler le générateur (voir fig. 2). Par foyer consommant 1500 kilogrammes de houille en 24 heures, le cooling tub, qui porte en différents points des regards et des soupapes pour parer aux explosions et pour le nettoyage, doit présenter au moins 6 mètres carrés de surface, et l'on comprend qu'il faille le prolonger assez au delà de la dernière cheminée montante, s'il y en a plusieurs, pour que le gaz de cette dernière cheminée se refroidisse assez complétement. Les gaz des divers générateurs sont ordinairement réunis dans un carneau horizontal et se rendent dans le tube supérieur par une conduite unique. Le carneau horizontal longe le mur de fond des générateurs : la branche de communication de chaque gazogène à ce carneau peut être fermée par un clapet formé d'une dalle en terre cuite, attachée à une tige en fer, et que l'on manœuvre de dessus (voir fig. 3 et 4). Un conduit vertical d'une section

de $0^m,60$ de côté reçoit ordinairement les gaz de deux générateurs; quand il en dessert un plus grand nombre, on lui donne $0^m,70$, $0^m,80$ de côté.

Le gaz passe du cooling tub dans la branche descendante du siphon, qui le plus souvent est en tôle, et de là se rend au four par un canal, d'une section de $0^m,70$ à 1 mètre de côté, pouvant avoir une longueur de 10, 50, 100 mètres.

M. Siemens fait remarquer que de ce que l'on peut placer les gazogènes à une distance quelconque des fours, pourvu qu'ils soient à un niveau inférieur, il serait très-praticable de les construire dans les mines mêmes de charbon; de brûler sur place le combustible et de distribuer le gaz, par des conduites, aux usines voisines, au lieu de transporter la houille dans ces usines et d'y établir les gazogènes. Par son ascension jusqu'à la bouche des puits, le gaz acquerrait une pression suffisante pour que l'on puisse l'envoyer à plusieurs kilomètres de distance.

C'est dans une caisse, au bas du tube descendant, que se recueille la majeure partie du goudron.

Aux usines de Saint-Gobain, au-dessus des deux branches verticales aboutissant au cooling tub, on a établi des cheminées en tôle de $0^m,40$ de diamètre et de 3 à 4 mètres de haut, par où les flammes et les poussières s'échappent quand on flambe les suies des conduites et du tube refroidissant.

Les ouvriers peuvent, grâce à cette précaution, procéder au râblage de ces canaux, sans être trop incommodés.

Arrivée du gaz à la soupape. — En un point du canal, bien avant l'entrée dans les générateurs, le gaz plonge vers le bas et rencontre une soupape qui règle l'admission. Cette soupape en fonte, le plus souvent en forme de champignon, a de $0^m,40$ à $0^m,60$ de diamètre, et est soulevée plus ou moins de $0^m,15$ à

$0^m,30$. Une soupape de $0^m,50$ de diamètre par décimètre de hauteur d'ouverture offre un passage de $0^{m^2},1570$.

Arrivée du gaz à la valve. — Le gaz arrive alors à la valve réversible, valve plane, tournant sur un axe horizontal situé dans son plan et qui commande trois issues : deux se dirigeant l'une à droite, et l'autre à gauche, donnant alternativement passage au gaz, si l'on fait décrire un arc de 90 degrés à la valve ; la troisième est le canal de fuite, conduisant les gaz brûlés à la cheminée après leur sortie des régénérateurs. Dans chacune des deux positions inclinées de la valve, un des deux conduits du gaz communique avec le canal de fuite, au point où la valve se trouve. Si la valve est tenue verticale, ce qui se fait dans les mises à feu des générateurs, les deux conduits communiquent avec la cheminée, et le gaz va des générateurs directement à la cheminée, sans passer par les régénérateurs ni par le four.

Les valves sont en fonte, généralement de forme rectangulaire, quelquefois elliptique, quand elles se meuvent au centre d'un tuyau en fonte à trois branches. Il est bon que le passage aux valves ne soit pas étranglé et que le mouvement de la valve soit facile. Pour réaliser cette dernière condition, on pourrait choisir cette disposition : donner aux dimensions de la valve quelques centimètres de moins qu'à celles de la section qu'elle doit fermer, et composer cette section d'un cadre contre lequel elle viendrait s'appliquer et former obturateur (voir fig. 5 et 6).

Les boîtes en fonte, dans lesquelles jouent les valves de renversement, ont leurs parties inégalement chauffées et elles sont soumises à des variations assez brusques de température qui peuvent être très-différentes, surtout quand les gazogènes sont trop chauds et qu'une partie des gaz brûle dans les

conduites. Elles ont souvent donné lieu, dans ce cas, à de sérieux embarras, les valves ne pouvant plus marcher, par suite du gauchissement des boîtes qui les contiennent. On avait alors songé, dans plusieurs usines, à faire ces boîtes en matériaux réfractaires, en poterie. En donnant aux valves une section moindre, comme nous le disions ci-dessus, en soutenant l'axe de façon à lui laisser des mouvements libres, et en établissant les boîtes de façon à les refroidir extérieurement par l'air (voir la disposition des fig. 6 et 24), on pare à toute difficulté, qui n'existe, du reste, que quand les gazogènes sont en mauvaise allure, sont trop chauds.

Arrivée du gaz aux régénérateurs. — De la valve le gaz se rend dans la partie inférieure des régénérateurs, qui sont situés sous le four où doit se faire la combustion; il les traverse de bas en haut, s'échauffant au contact des briques, puis il arrive dans le four.

Jusqu'au bas des régénérateurs, le gaz a dû son mouvement à la pression que le refroidissement dans le cooling tub lui a donnée; dans les régénérateurs, il va s'échauffer de nouveau, et très-fortement, ce qui lui rendra une certaine pression dans le four, qui servira à empêcher l'introduction de l'air froid extérieur par les portes et fissures. Le tirage de la cheminée doit être réglé de façon à ne pas annihiler cette pression dans l'intérieur; son action ne doit se faire sentir sur les fluides qu'à leur sortie du four, pour opérer la descente dans les régénérateurs à échauffer.

Entrée de l'air comburant. — L'air, à l'aide duquel a lieu la combustion des gaz, passe par une soupape à champignon ayant les mêmes dimensions que la précédente. On lui donne généralement une levée d'un peu plus de la moitié de celle du

gaz: cela dépend des conditions à remplir, selon que l'on veut avoir une flamme courte ou longue, que l'on redoute ou non l'oxydation.

La dilatation du gaz et de l'air, provenant de la haute chaleur qu'ils possèdent, pourrait faire craindre qu'une partie du gaz échappât à la combustion, si l'on ne forçait pas la proportion d'air; mais il faut remarquer que, outre les obstacles qui, comme les creusets ou les moufles dans les fours à zinc, peuvent se trouver dans le four, brisant la circulation des gaz et de l'air et facilitant leur contact, dans les générateurs où descendent les flammes il y a mélange intime des fluides, et que la chaleur qui y serait développée par une combustion partielle retournerait toujours au four. Il faut cependant éviter cette combustion des gaz dans le haut des régénérateurs où les flammes descendent, soit en augmentant le parcours des flammes, soit en ménageant avant l'entrée du four une chambre où se mélangent le gaz et l'air et où commence la combustion.

Quittant la soupape, l'air rencontre une valve qui le dirige sur l'un des deux compartiments à air des régénérateurs où il s'échauffe, puis il débouche dans le four. Le mouvement de l'air est dû aux mêmes causes que le mouvement du gaz.

Description des régénérateurs. — Les régénérateurs comprennent quatre compartiments.

Un compartiment est une chambre rectangulaire, communément de $0^m,40$ à $0^m,80$ de large, $2^m,50$ à $3^m,50$ de long, sur une hauteur de $2^m,50$ à 3^m. Dans cette chambre se placent des rangées horizontales de briques sur 10, 15, 30 étages, suivant leurs dimensions, superposées en porte à faux, de façon à former claire-voie.

Elles sont supportées, au-dessus du canal d'arrivée, qui longe le sol et qui a de $0^m,45$ à $0^m,50$ de hauteur, par une

voûte formée de briques laissant entre elles de larges ouvertures. On dispose le jeu de briques comme on le veut : on peut remplir la chambre de toutes briques égales, entre-croisées, en les disposant en lits de sens perpendiculaire, ou bien avoir des rangées de briques, en lignes parallèles, soutenues par des supports transversaux, placés entre chaque lit. La première disposition ne permet pas le nettoyage dans l'intérieur du régénérateur ; la seconde, qui laisse dans chaque assise horizontale des canaux longitudinaux entre les lignes de briques, est donc préférable, car le nettoyage est presque toujours nécessaire au bout d'un temps plus ou moins long, si l'on veut conserver une bonne allure ; il est tout à fait de rigueur là où la flamme peut être chargée de matières étrangères, comme dans les fours à zinc, le blanc de zinc tapissant les briques, obstruant très-vite les interstices et arrêtant la marche. Les dépôts graphiteux sont plus ou moins épais, suivant que les charbons sont plus ou moins gras ; ils sont ordinairement assez légers dans les régénérateurs, la très-grande partie du dépôt se faisant dans les conduits, dont il faut se hâter d'opérer le nettoyage dès qu'on remarque des symptômes d'engorgement ; par exemple, abondance de gaz aux générateurs et déficit au four.

Nettoyage des régénérateurs. — Pour pouvoir procéder au nettoyage des régénérateurs (l'une au moins des faces du mur d'enclos des régénérateurs doit être accessible par l'extérieur ; cela suffit quand toutes les sections droites des compartiments s'y présentent ; dans le cas contraire, il en faudrait deux), on ôte la brique servant d'obturateur devant chaque petit canal, et avec un ringard à crochet on fait tomber la poussière. On commence par les rangées supérieures : la poussière tombe dans le canal au-dessous de chaque compartiment ; elle en est retirée avec un râble. Une disposition très-recommandable, qui

empêche l'accumulation de la poussière, est de surmonter la face supérieure de chaque brique d'un biseau que forment deux plans inclinés ; ces biseaux s'arrêtent à certaine distance des extrémités de la brique, pour laisser des assises planes aux supports transversaux (voir fig. 28).

Dans le sol, devant une ou deux faces des régénérateurs, se trouve une excavation où l'ouvrier se tient pour faire le nettoyage. Cet espace libre, en dehors de la durée des nettoyages, est recouvert d'une certaine épaisseur de terre reposant sur des tôles placées sur poutrelles, ou est surmonté d'une voûte en briques dans laquelle se trouvent des ouvreaux qui servent à rafraîchir cette chambre lorsque les ouvriers y travaillent. L'air renfermé dans cet espace souterrain diminue la perte de chaleur transmise des parois. Une même chambre sert pour le nettoyage des régénérateurs de deux fours placés à ses extrémités opposées.

Les murs de face des régénérateurs doivent être démolis, afin de pouvoir introduire les outils de nettoyage. Comme l'on commence par le haut, on ne peut rétablir ce mur qu'après le nettoyage complet du compartiment ; le refroidissement est alors très-considérable, en même temps que par cette ouverture s'engouffrent de grandes quantités d'air arrêtant le tirage. Un moyen très-simple d'éviter ces inconvénients est de placer, à la hauteur de chaque étage de briques, une bande de fer supportant les briques de calage et qui sert aussi à soutenir les outils de nettoyage. On n'aura qu'à défaire successivement, de haut en bas, le calage devant chaque étage de briques pour pouvoir les nettoyer, et on le reconstruira immédiatement après. On pourrait même comprendre une rangée horizontale de briques de calage dans un cadre en fer qu'on enlèverait d'un coup et qu'on replacerait ensuite, en ayant soin de luter soigneusement les intervalles laissés entre le cadre et les bandes

de fer et parois fixes. Il est toujours à conseiller d'avoir deux parois laissant entre elles un intervalle qui, vis-à-vis des compartiments à gaz, est rempli de sable et vis-à-vis des compartiments à air est aussi rempli de sable ou laissé vide, l'air emprisonné entre les deux parois étant un meilleur isolant encore que le sable (voir fig. 24 et 26). Pour le nettoyage, on démolit alors la paroi extérieure complétement et on la rétablit, après la besogne faite, tout à son aise, la fermeture du compartiment étant toujours assurée par la paroi interne.

La chambre de nettoyage, remplie d'air confiné, ne peut qu'en partie remplacer l'enclos restreint rempli d'air compris entre deux murailles, parois de face d'un compartiment; car dans cette chambre très-vaste il se forme des courants d'air chaud qui ont pour se refroidir toute la surface des murs de la chambre.

Aux fours à glaces des usines de Saint-Gobain, on ne fait pas de nettoyages fréquents des régénérateurs; mais, au bout de six mois ou d'un an, cela dépend des dépôts formés, on démolit une face des régénérateurs et on enlève toutes les briques empilées que l'on remplace par des nouvelles. Pendant que cette opération se fait pour deux compartiments, les gaz et l'air montent dans les compartiments voisins, et les flammes sortent par les gueules du four. Les briques enlevées sont nettoyées et elles peuvent servir de nouveau à tout usage. Les briques des compartiments à gaz ont leurs surfaces en partie vitrifiées et encrassées par des dépôts formés de particules de charbon, cendrées fines, emportées des gazogènes par les gaz, et de diverses substances entraînées du four par les flammes : les briques des compartiments à air peuvent avoir subi dans les rangées supérieures une certaine vitrification, mais les étages inférieurs sont intacts et ne requièrent guère de nettoyage. Entre deux compartiments de régénérateurs,

aux fours à glaces, se trouvent des chambres vides où s'amassent les matières vitrifiées qui proviennent de la casse des creusets et qui s'écoulent du four par des ouvertures pratiquées dans la sole. Nous donnons (figures 7, 8 et 9) le plan (1) d'un four de verrerie où ces chambres vides sont figurées. Dans ces figures, les régénérateurs sont placés longitudinalement : on peut aussi les mettre comme à Saint-Gobain, de façon que leur longueur soit suivant le sens transversal du four.

Pour opérer le nettoyage d'une chambre à gaz, il faut choisir le moment où les gaz brûlés se rendant à la cheminée traversent cette chambre. Pour appeler dans le four suffisamment de gaz, on élève alors davantage le régistre de la cheminée. Pour le nettoyage d'une chambre à air, on choisit ordinairement le moment où l'air monte dans cette chambre pour se rendre dans le four : on a seulement l'inconvénient de l'entrée dans le four d'une trop grande masse d'air plus ou moins froid. Il faut, du reste, toujours compter sur un refroidissement du four pendant les nettoyages. Les ouvriers ne peuvent, dans ce travail, être incommodés par les gaz allant à la cheminée : un courant d'air frais extérieur entrant dans les chambres à briques renouvelle, au contraire, à chaque instant l'atmosphère de la place.

Surface de chauffe et poids nécessaires des briques dans les régénérateurs. — La meilleure disposition des briques en claire-voie est celle qui permettra de loger dans un espace donné un grand poids de briques, tout en conservant un passage suffisant aux gaz qui doivent cheminer lentement, et une sur-

---

(1) Figures empruntées au *Compendium der Gasfeuerung*, par M. Ferd. Steinmann. Freiberg, 1868.

face de contact convenable. M. Siemens a trouvé qu'il fallait une surface de 6 pieds carrés pour enlever la chaleur d'une livre de houille brûlée par heure, ce qui revient à demander 51 mètres carrés par 1000 kilog. à brûler par 24 heures, et ce pour deux compartiments, donc 25.5 mètres carrés par compartiment. On peut augmenter la surface de chauffe, mais aux dépens du poids, en laissant un trou plus ou moins grand au centre des briques. Cette précaution ne me semble nullement nécessaire avec les faibles épaisseurs que l'on donne à ces briques, qui présentent toujours une grande surface relativement à leur volume. La diminution de poids est, d'ailleurs, très-préjudiciable à l'économie du système, et, dans la plupart des usines, le poids des briques réfractaires destinées à emmagasiner la chaleur est trop faible. La chaleur dans la cheminée augmente alors rapidement.

Quant au poids nécessaire, on indique 3 1/2 mètres cubes de chambres (pour les quatre compartiments) par 1000 kilog. de charbon à brûler par 24 heures. De ces 3 1/2 mètres cubes, la moitié est comptée comme vide, la moitié comme plein, donc $1^{m},75$ de l'un et de l'autre. La densité de la brique réfractaire étant prise à 1800 kilog. le mètre cube, $1.75 \times 1800 = 3150$ kilog. pour quatre compartiments, donc pour un seul, 788 kilog. Pour prendre au gaz la chaleur développée par la combustion, il ne faudrait pas tant de matière; le calorique spécifique de la brique réfractaire étant 0.21, il ne faudrait que 16 à 17 fois le poids de la houille brûlée entre deux renversements de valve qui auraient lieu toutes les heures (1). 1000 kilog. par 24 heures représentent 42 kilog. par heure,

---

(1) La capacité calorifique des produits de la combustion (voir plus loin les calculs) = 3.44. Le calorique spécifique de la brique réfractaire = 0.21.

$$3.44 \cdot 0.21 = 16.40.$$

pour lesquels il ne faudrait, par deux compartiments, que 714 kilog., donc 357 kilog. par compartiment, et 180 kilog. seulement, si l'on renversait le courant toutes les demi-heures; mais il faut faire attention que, dans les régénérateurs, les briques des rangées en dessous des quelques premières ne sont guère chauffées à la température de la flamme, mais, servant à la refroidir presque complétement, ne possèdent elles-mêmes qu'une chaleur allant en décroissant d'une manière progressive, et qui pour la rangée inférieure ne dépasse pas le plus ordinairement 100 degrés. Voilà pourquoi il faut trois à quatre fois le poids de briques que le calcul indique comme nécessaire pour prendre la chaleur de la flamme. Comme nous le démontrons page 54, il faut donner aux compartiments à air une plus grande capacité qu'aux compartiments à gaz, lorsqu'on veut élever l'air à la même température que le gaz, et il est préférable de surélever plutôt le degré de chaleur de l'air que celui du gaz.

Précautions à prendre pour la bonne disposition des briques. — Il est important, pour que les gaz lèchent bien également toutes les briques qui se trouvent dans les régénérateurs, que les ouvertures laissées entre les briques-supports au-dessus du canal d'arrivée, par où pénètrent les gaz dans le jeu de briques en claire-voie, soient bien calculées de façon à forcer les gaz à se répandre dans toute la chambre. Dans la généralité des installations, on a laissé toutes ces ouvertures égales : on peut facilement s'imaginer que, dans ces conditions, le gaz qui entre dans les chambres par une extrémité et qui en sort pour pénétrer dans le four par une bouche superposée verticalement à la première, prendra la voie la plus courte et laissera toute une partie des régénérateurs inefficace. Il en sera de même pour les flammes qui descendent, allant à la cheminée, et qui

doivent échauffer les briques. Il faut donc élargir les ouvertures et dans de grandes proportions, à mesure qu'on s'éloigne du point d'arrivée des gaz, et, dans les rangées supérieures, différencier de même les issues d'échappement. Les mêmes précautions sont à prendre dans les compartiments où l'air doit circuler. Il est bon aussi, pour atteindre le même but, de donner à l'espace situé entre la voûte qui surmonte les briques en claire-voie et la rangée supérieure de ces briques, une assez grande hauteur pour augmenter le plus possible la section de cet espace.

Nous savons que, par suite de la disposition des briques adoptée dans les régénérateurs, une rangée laisse ordinairement autant de vide que de plein : dans une chambre de 3 mètres de long sur $0^{m},50$ de large, par exemple, on aura comme section de passage à chaque rangée de briques $0^{m},75$ carré. Il sera bon de donner aux intervalles du dessous laissés entre les briques-supports une surface moindre que ces 75 décimètres carrés, 50 décimètres suffiraient, et de répartir cette surface de passage en un petit nombre d'ouvreaux, quatre ou cinq, de section inégale, placés à égale distance les uns des autres sur les 3 mètres, longueur de la chambre.

Lorsque les gaz, comme dans les fours à zinc, débouchent dans le four par une suite d'ouvreaux disposés sur toute sa longueur, et non par une ouverture unique, les inconvénients d'une circulation défectueuse dans les régénérateurs sont moins à craindre, mais il est toujours recommandable de régler les ouvertures sur le dessous comme sur le dessus.

Renversements des valves. — Quand, à la mise à feu, on échauffe les régénérateurs, on maintient le courant descendant des gaz chauds dans les deux mêmes compartiments jusqu'à ce qu'un certain nombre des rangs supérieurs de briques soient

chauffés uniformément à une température presque égale à celle des gaz sortant du four ; la chaleur allant en diminuant vers le bas, suivant la vitesse du courant et la disposition ainsi que la quantité des briques empilées. Une fois les divers étages de briques à la chaleur voulue, la manœuvre des valves renversant les courants peut se faire toutes les demi-heures ou toutes les heures ; plus souvent ou plus rarement, si on le veut. Plus souvent on le fait, moins on diminue à chaque passage la chaleur du régénérateur, moins la température du gaz, au commencement et à la fin des périodes, s'écarte de la moyenne ; moins aussi les compartiments où les gaz descendent ont le temps de s'échauffer vers le bas, plus les gaz sont dépouillés de leur chaleur. On comprend, d'ailleurs, qu'en forçant outre mesure la durée des périodes entre les renversements des valves, on enlèverait toute la chaleur de deux compartiments et on échaufferait les deux autres de haut en bas ; il n'y aurait plus de refroidissement des gaz, et l'appareil ne fonctionnerait plus. Selon qu'on s'écarte plus ou moins de cette limite, on a une température des gaz plus ou moins uniforme ; mais aussi, en prolongeant les périodes entre les renversements des valves, on accumule plus de chaleur et l'on obtient des coups de feu plus vifs au commencement de chaque période : on règlera donc les renversements selon que le travail l'exigera.

Perte de gaz par les renversements. — Il est à remarquer qu'à chaque inversion de valve, il y a une certaine quantité de gaz perdue, celle qui se trouve entre la valve et l'entrée du four, dans les conduits et l'un des compartiments des régénérateurs. Par le renversement du courant, ce gaz est attiré dans la cheminée, avant d'avoir brûlé. On recommande, pour éviter la faible explosion que peut amener le mélange de gaz et d'air dans le canal de fuite, de donner, à l'instant du renversement,

une légère avance à la valve à gaz : on renversera ensuite la valve à air sans danger. La perte en gaz ainsi occasionnée est toujours assez faible; nous pouvons la calculer, en l'exagérant de beaucoup. Ainsi, le volume de gaz perdu qui se trouve dans les tuyaux depuis la valve de renversement jusqu'au compartiment à gaz et dans ce même compartiment, ne se monte ordinairement qu'à 2 1/2 ou 3 mètres cubes, mettons 5 mètres cubes. Le gaz se trouve dans cette partie des conduits à des températures de 50, 80, 100 degrés environ, et, dans la chambre à briques, à une température bien supérieure; admettons qu'il est à 40 degrés : nous savons alors que son poids au mètre cube est de 0,976 kilog. (voir p. 10). Supposons encore des renversements fréquents, toutes les demi-heures. Pour les 48 renversements de courant, on perdra 240 mètres cubes par 24 heures, soit un poids de 235 kilog. de gaz combustibles. Or 100 kilog. de houille sans cendres, correspondant à 111 kilog. de houille telle qu'elle est employée, donnent, voyons-nous p. 40, 600 kilog. de gaz combustibles. 100 kilog. de gaz proviennent ainsi de $\frac{111}{6} = 18.50$ kilog. de charbon et 235 kilog. de gaz, de $18.50 \times 2.35 = 43.47$ kilog. Nous avons donc, en exagérant peut-être de 50 p. c., une perte de 43 kilog. de houille par 24 heures, de ce chef. Ce chiffre tient facilement compte d'une autre perte, beaucoup plus insignifiante encore, due aussi au renversement. Pendant que la valve décrit l'arc de 90 degrés, il y a communication entre le canal d'arrivée des gaz du gazogène et le canal de fuite allant à la cheminée, mais l'instant pendant lequel cette communication existe est très-court. On a proposé de parer à cette perte par un changement dans la construction de la valve (voir fig. 10), mais il y a lieu de craindre que le mouvement dans cette nouvelle disposition ne soit contrarié par les dépôts de goudron,

même en faible quantité. L'ancienne valve nous paraît préférable.

Composition des briques de Dinas. — Les calories prises par le gaz et l'air, en passant dans les régénérateurs, s'ajoutant à celles de la combustion, il s'ensuit que, si l'on brûle une quantité de gaz plus que suffisante pour parer aux pertes de chaleur qui se font dans le four, la température dans les régénérateurs augmentera à chaque inversion; et si on les supposait d'une capacité indéfinie, la chaleur pourrait de même être surélevée indéfiniment.

La température que les régénérateurs acquièrent dans les fourneaux à fondre l'acier est déjà très-grande : grâce à la pureté de la flamme, à l'absence de cendrées qui serviraient de fondants, les briques ne se corrodent pas; mais rien que pour résister à cette chaleur, il les faut d'excellente qualité. Celles qui se comportent le mieux sont faites avec l'argile siliceuse de Dinas, dans la vallée de Neath en Angleterre, argile presque entièrement composée de silice :

Silice	98.31
Alumine	0.72
Protoxyde de fer.	0.18
Chaux.	0.22
Potasse et soude.	0.14
Eau de combinaison	0.35
	99.92

On mélange la roche en poudre avec 1 p. c. de chaux environ et assez d'eau pour qu'elle puisse légèrement s'agglutiner par la pression. La chaux joue le rôle de flux à la surface des fragments de quartz, et détermine leur agglomération. La sur-

face de cassure d'une de ces briques offre des particules irrégulières de quartz blanc, entourées d'une petite quantité de matière jaune, légèrement brune.

Disposition des compartiments des régénérateurs. — Les compartiments des régénérateurs sont réunis dans un même enclos de murailles tous les quatre, ou par paire, un canal passant alors entre les deux groupes. Ils sont séparés de l'extérieur par une muraille épaisse qu'il est bon de former de deux murs pleins laissant entre eux un vide qu'on remplit de sable. Le mur extérieur peut être en briques rouges. Dans le premier cas, où tout est réuni, les deux chambres extrêmes servent pour chauffer l'air et les deux à l'intérieur échauffent les gaz, de façon à exposer le moins de surfaces possible des chambres à gaz au contact de l'air extérieur qui s'introduit par les fissures qui peuvent se produire dans les parois. On peut aussi, avec cette disposition, laisser l'intervalle entre les murs pleins, le long des compartiments extrêmes, remplis d'air au lieu de sable, l'air étant plus mauvais conducteur encore du calorique que le sable. Nous raisonnons ici pour le cas où, comme aux verreries de Jambes et de Saint-Gobain, les régénérateurs sont dans des caves, accessibles de tous côtés, et exposés à l'action de l'air. Le plus souvent les régénérateurs sont dans le sol, ce qui diminue les pertes dues au refroidissement; mais on est ainsi privé du bénéfice de la surveillance constante, de l'entretien et du nettoyage des régénérateurs. Pour le nettoyage, comme nous l'avons dit, il est suffisant qu'une seule, ou, suivant l'arrangement adopté, deux faces soient accessibles.

Les compartiments sont séparés entre eux par des murs qui doivent être en maçonnerie soignée, pour éviter toute communication entre le gaz et l'air.

Lieu de la combustion dans le four. — Au sortir des régénérateurs, le gaz et l'air échauffés se rencontrent. On peut, immédiatement à la sortie, les incliner l'un vers l'autre, les mettre en présence dans une chambre de mélange précédant le four; et si en même temps on introduit une quantité d'air assez considérable, on aura une combustion complète, une flamme courte et une forte chaleur à l'entrée. Si l'on a un four long, comme les fours à glaces, et qu'on veuille étendre la flamme, on dirige le gaz et l'air parallèlement, de façon à n'opérer leur mélange complet qu'après un certain parcours, en un lieu assez distant de leur point d'introduction; si en même temps on diminue la quantité d'air introduit, l'inflammation se poursuivra sur toute la sole. On peut aussi faire déboucher les gaz et l'air à des niveaux un peu différents (voir fig. 23) : si les gaz arrivent en dessous de l'air, en s'élevant plus rapidement que lui, vu leur légèreté spécifique, ils s'y mélangeront et brûleront rapidement; si les gaz débouchent par le carneau supérieur, ils tendront à échapper sur un plus long espace à la combustion. On peut, par ces divers moyens, obtenir des flammes chaudes de longueur très-différente; d'après M. Siemens, depuis $0^{m},60$ à $0^{m},70$, comme dans les fours à fondre l'acier au creuset, jusqu'à 9 mètres, comme dans les grands fours de glaceries. Dans le cas où l'on supprime la chambre de mélange, l'air arrive toujours par la bouche extérieure et s'étend en nappe le long de la voûte; le gaz plus léger arrivant par-dessous, le mélange se fait mieux, et les matières sur la sole, protégées contre le contact de l'air, ont moins à craindre l'oxydation.

Les réparations dans les régénérateurs étant difficiles et nécessitant, dans la plupart des cas, la mise hors feu, il est important de disposer les bouches d'introduction des gaz et de l'air, de manière que rien de ce qui est dans le four ne puisse

arriver dans les compartiments, même en cas d'accident, de bris de creusets, etc.

Descente des flammes dans les régénérateurs. — Les flammes descendent à travers les régénérateurs dont elles échauffent les rangées supérieures de briques, sur un quart peut-être de la hauteur, à la température de la flamme elle-même, les rangées inférieures à des températures diminuant progressivement : le bas a sensiblement la même chaleur que les gaz qui se perdent dans la cheminée, facilement moins de 100 degrés. La répartition de la chaleur dans les régénérateurs et la température des étages du bas dépendent des dimensions relativement à la quantité de chaleur à absorber, et particulièrement de la hauteur. Avec une capacité et une hauteur suffisantes, on pourra toujours dépouiller les gaz de leur chaleur, de façon à ne leur laisser que 100, 150 degrés. Il faut, autant que possible, ne dépasser jamais 200 degrés. La section de passage laissée aux produits de la combustion allant à la cheminée est réglée sur le canal de fuite par un registre. Cette section est importante; combinée avec les ouvertures des valves à gaz et à air, elle règle toute l'allure du four.

Cheminée. — On donne à la cheminée des dimensions transversales de $0^{m},70$ à 1 mètre et une hauteur de 10 à 20 mètres. Elle peut servir à plusieurs fours; elle doit, du reste, pouvoir déterminer un tirage actif à l'allumage et à la remise en train après des arrêts prolongés, et l'on sait quelle faible chaleur les produits de la combustion possèdent dans la cheminée. On ménage aussi dans ce but le moyen d'établir, au bas de la cheminée, un foyer temporaire. En marche normale, on donne deux à trois décimètres carrés de section d'appel par tonne de charbon à brûler en 24 heures.

Parmi les installations de fours que nous pourrions citer où application a été faite du procédé de chauffage Siemens, nous allons décrire celles de Sireuil et de Saint-Gobain, où les effets du nouveau système ont été caractéristiques. Plus tard, nous soumettrons à l'analyse les résultats de l'usine à fer de Sougland, qui ont été rapportés dans un excellent mémoire de M. P. Marin, ingénieur de cette usine, et auxquels, pour cette raison, nous pouvons plus particulièrement nous fier.

Nous ne nous occupons pas ici, en parlant de Sireuil, de la fabrication de l'acier et du métal homogène faisant partie des brevets de M. Pierre Martin : le four Siemens fut d'abord appliqué, aux forges de Sireuil, à chauffer des paquets d'acier puddlé pour bandages de roues de locomotives et de waggons, et c'est ce travail que nous allons relater.

Installations de Sireuil. — Les dimensions du four étaient : longueur 2^m,10; largeur 1^m,70; hauteur 0^m,70, donnant une capacité à chauffer de 2 1/2 mètres cubes. On faisait en 24 heures 14 charges de deux paquets pesant chacun 250 kilog., soit 7,000 kilog. d'acier puddlé qui subissaient trois chaudes pour être passés au marteau et au laminoir.

Il n'y avait qu'un seul générateur, dont le pied était à 2^m,75 sous la cour et à 1^m,50 sous le niveau de flottaison de la Charente.

La capacité interne du générateur était limitée par un mur vertical et une grille à gradins qui continuait un tablier faisant un angle de 50 degrés avec l'horizon. Le gaz, s'échappant à la voûte par une ouverture munie d'un clapet, montait dans une cheminée, puis parcourait un tuyau de tôle de 8 mètres et de 0^m,70 de diamètre, pour descendre ensuite dans une cheminée pareille à la première et circuler, sur un parcours de 47 mètres, dans une galerie souterraine menant aux valves:

Cette galerie est en maçonnerie; elle avait $0^m,50$ sur $0^m,60$ de section et se trouvait à $0^m,60$ plus haut que le niveau de la plaque inférieure des gradins de la grille.

La ration de charbon pour 24 heures se composait de 6 hectolitres d'anthracite et 12 hectolitres de charbon gras d'Écosse, soit 1,450 kilog. Ces charbons, très-purs, collaient médiocrement, bien que la houille d'Écosse fût extraordinairement riche en gaz. Les escarbilles qu'on retirait au bas ne comprenaient que de l'anthracite et des cendres fines : on les rechargeait après tamisage à la main.

On nettoyait chaque semaine et arrêtait du samedi soir au lundi matin. Malgré l'irrégularité produite dans le travail de la combustion par le chômage de 36 heures, le fonctionnement de l'appareil était excellent : son allure était celle du rouge sombre, bien qu'il n'y eût point d'eau pour refroidir le foyer. Le gaz était abondant, s'écoulait sous forte pression et n'arrivait pas chaud aux valves.

La surface de grille ouverte était de 81 décimètres carrés, ce qui donne 55 décimètres par tonne de charbon à brûler par 24 heures. Cette surface n'avait pas toujours été la même; elle était plus grande lorsqu'on brûlait du charbon de Cardiff, mais alors la chaleur était plus forte, il y avait formation de mâchefers abondants et tenaces, le gaz était pauvre et les résultats au four, mauvais.

En quittant les valves, placées à 1 mètre du four et à 3 mètres de la cheminée, le gaz et l'air plongeaient pour descendre sous les régénérateurs et gagnaient, à $2^m,70$ sous le sol de l'usine et à $1^m,50$ au moins sous le niveau de la rivière, les galeries de distribution des régénérateurs de $0^m,35$ de large sur $0^m,45$ de haut. Les chambres à briques avaient $0^m,67$ de large, $1^m,50$ de haut, $1^m,90$ de long, d'où $1^{m3},909$ de capacité. Elles péchaient certainement par le manque de hauteur, mais

construites au milieu d'un massif de béton, dans un sol sans cesse refroidi par l'eau, elles fonctionnaient régulièrement. La flamme en sortait à moins de 100 degrés centigrades et se rendait à une cheminée en briques de 12 mètres de haut et 0^m,40 de côté, en passant sous un registre qui, levé de 0^m,06, laissait seulement 2 1/2 décimètres carrés d'appel.

Les régénérateurs communiquaient avec le four au moyen de deux canaux, inclinés en sens inverse, qui venaient s'ouvrir près de l'autel. Des deux, la bouche d'air était la plus éloignée de la sole, de sorte que, le gaz arrivant par le dessous et montant en vertu de son poids spécifique moindre, il barrait le chemin au courant d'air, d'où mélange intime et combinaison immédiate.

La température dans le four atteignait le blanc étincelant. On l'obtenait autrefois en brûlant de 32 à 35 hectolitres de charbon, pesant 2800 kilog. environ, pour le même poids de paquets cinglés et laminés. On réalisait donc 51 p. c. d'économie, en poids de houille, indépendamment d'un déchet moindre et d'une soudure plus parfaite. En présence de ces résultats, on se proposait à Sireuil de construire d'autres fours à gaz; mais, afin de rendre les parties basses accessibles, pour la surveillance et le nettoyage, on les placera dans des caisses en fonte empêchant la submersion.

Installations de Saint-Gobain. — A l'établissement de Saint-Gobain, le procédé Siemens est appliqué aux fours à fondre le verre pour la fabrication des glaces. Nous allons décrire une des installations :

Les dimensions de la chambre qu'il faut chauffer sont : longueur 8^m,50; largeur 3^m,50; hauteur 2^m,00 sous voûte en plein cintre, soit un volume de plus de 40 mètres cubes.

On y enfourne vingt caisses, pesant 200 kilog. chacune,

chargeant 350 kilog. de composition, soit 4000 kilog. de poteries et 7000 kilog. de matières à porter au blanc. Ce four, dans les mêmes conditions de creusets et de charges, brûlait autrefois 12000 kilog. de houille en 24 heures.

Il y a cinq générateurs placés en plein air, dont quatre sont en activité et suffisent largement. Leur construction ressemble à celle de Sireuil. La grille est à gradins avec inclinaison de 50 degrés. Une différence importante consiste en ce que le tablier plein est presque de moitié plus long que la grille; il a $1^m,50$ et la grille $1^m,10$. Les chenets sont creux et à courant d'eau. Le fond des cuves est à $2^m,50$ sous le sol de la cour, et le bouchon de chargement à $0^m,50$ ou $0^m,60$ au-dessus de ce sol.

L'admission d'air se fait sur cinq échelons seulement, soit environ 45 centimètres en ligne verticale. La surface totale est, en conséquence, de $0^m,45 \times 1^m,80 \times 4 = 3^m,24$.

La consommation de houille par 24 heures étant de 7000 kilogr., il en résulte une surface d'admission d'air de 42 décimètres carrés pour 1000 kilogr., à brûler par 24 heures; c'est une condition excellente, que la marche de l'appareil justifie de tout point.

Le combustible est un mélange de 1/4 de charbon maigre ou de coke et de 3/4 de charbon gras tout venant d'Anzin, propre et riche en matières volatiles. L'escarbille est de belle apparence et boursouflée.

Les générateurs sont en allure sombre, le gaz est épais, abondant et sous forte pression. (Voir plus loin sa composition.)

Au sortir du générateur, le gaz passe dans une galerie horizontale, puis, par une cheminée en maçonnerie de $0^m,80$ de côté intérieur, s'élève à 7 mètres et parcourt le cooling tub de $1^m,15$ de diamètre sur 8 mètres de long, pour redescendre

ensuite par une seconde cheminée parallèle à la première, qui le fait plonger de 9 mètres vers un canal souterrain le conduisant aux valves. Tous ces canaux ont des portes, et les nettoyages s'y font promptement. Depuis le pied de la cheminée plongeante jusqu'aux valves, le gaz parcourt 60 mètres dans une galerie de 1 mètre × 1^{m},05, dont le niveau est de 0^{m},40 à 0^{m},45 au-dessus du chenet du générateur. Les clapets sont ronds et ont 0^{m},60 de diamètre. La galerie qui va aux régénérateurs a 0^{m},60 de hauteur et 0^{m},80 de largeur.

Les chambres à briques, faciles à visiter, ont 1 mètre de largeur, 2^{m},25 de hauteur et 3^{m},50 de longueur, soit un volume de 7^{m3},875. Il y a douze étages de briques, et le gaz les traverse régulièrement.

La cheminée est près des générateurs et à 60 mètres du four : elle a 15 mètres de hauteur et 1 mètre de côté. Le gaz y arrive par une galerie de 1^{m},05 × 1.00. munie d'un papillon servant de registre.

L'admission dans la cheminée est de 1/5 à 1/4 de la surface de la galerie, soit 20 à 25 décimètres.

Dans ces conditions, on est arrivé à Saint-Gobain à une allure très-avantageuse. La température du four est très-élevée et bien uniforme, et celle des gaz dans la cheminée, très-faible.

L'économie de 42 p. c. sur le combustible et la bonne marche des appareils ont fait décider l'extension du procédé à tous les fours de l'établissement. Il n'y en aura plus d'autres.

Emploi de divers combustibles. — On peut employer des combustibles très-différents dans les générateurs du système Siemens, et tous peuvent y donner des résultats économiques; cela dépend des conditions où l'usine se trouve pour son alimentation de combustibles.

A Munkfors, en Suède, on a employé avec succès la sciure de bois qui s'y trouve en grande quantité et à bas prix : et nul doute, comme M. Siemens l'avance, que la transformation en gaz ne rende utilisables beaucoup de matières charbonneuses peu employées jusqu'ici. Mais, dans les localités où les diverses espèces de houille sont communes, conviennent-elles toutes au même degré, et, si non, quelle est celle qui doit être choisie ? Ici, il y a grande divergence d'opinions ; beaucoup d'ingénieurs croient qu'il faut du charbon excellent pour obtenir de bons résultats, et même, dans plusieurs industries, de meilleur charbon que celui dont on se servait d'ordinaire : on perdrait ainsi, en payant ce charbon un prix plus élevé, l'économie qu'on réaliserait sur le poids.

Au point de vue purement technique, personne ne conteste que la bonne houille, suffisamment grasse, ne donne les meilleurs résultats et ne soit préférable aux houilles maigres et peu riches en gaz. Dans les commencements de mise en pratique du procédé on est toujours plus sûr de réussir avec du bon qu'en se servant de médiocre charbon : mais nous croyons, avec M. Siemens, qu'en prenant bien ses précautions *et avec un nombre de générateurs suffisant*, on peut arriver à des résultats bien voisins les uns des autres, tout en usant de combustibles très-divers. Les générateurs à charbon sec ou maigre sont beaucoup plus difficiles à conduire que ceux qu'on alimente de bon charbon gras ; on est peu maître de la marche des premiers, surtout quand on veut les pousser pour augmenter la production du gaz : il est donc préférable d'en augmenter le nombre et de ne pas les déranger d'une allure normale. Il n'est pas démontré, du reste, que le générateur Siemens convienne pour brûler toute espèce de combustible et il n'est nullement requis de s'en servir exclusivement. Les fourneaux à cuve, soufflés, seraient, dans beaucoup de cas, comme nous le verrons, des

foyers plus économiques et plus faciles à conduire que les gazogènes à grilles.

En soumettant à l'analyse les éléments de production, d'absorption, de perte de chaleur dans le four Siemens, nous arriverons à en déduire l'effet utile et à comparer entre eux les résultats que donnent les combustibles gras, maigres, secs, etc.

REMARQUE.

Nous ferons remarquer, avant d'aborder la seconde partie de notre sujet, que les résultats que donnent nos calculs dans toute l'étendue de cette étude sont indépendants de toute hypothèse qui pourrait être en contradiction avec les faits qu'on observe dans la pratique. Ils découlent de certains chiffres qui peuvent varier d'une usine à l'autre, dans certaines limites assez restreintes; mais ces variations, quelles qu'elles soient, ne peuvent empêcher la vérité des déductions qui se sont présentées dans les différents cas que nous avons étudiés, en nous basant sur des données identiques.

Tout homme de la partie pourra, dans nos calculs, remplacer certains chiffres, d'évaluation de température, par exemple, par d'autres qui lui sembleront plus conformes au fait qu'il considère, et, s'il introduit dans tout leur développement les conséquences de ses modifications, il arrivera à des résultats conformes à ceux que nous avons trouvés. Ces résultats ne peuvent prétendre qu'à une valeur d'approximation, mais ils sont suffisamment tranchés pour avoir une signification nette et indiquer une direction pratique.

Nous avons aussi établi nos calculs en supposant les chaleurs spécifiques invariables, tandis que pour les corps solides et les gaz composés ces chaleurs spécifiques croissent, mais suivant des règles trop peu précises pour pouvoir s'y fier, avec les températures. Ici encore, du reste, la variation dans les chiffres n'amène qu'une question d'un peu plus ou d'un peu moins, sans détruire le sens des résultats.

II

Aux établissements de Saint-Gobain, les producteurs de gaz reçoivent un mélange de houille riche en gaz et de combustible sec, trois quarts de combustible gras, un quart de charbon maigre. On ne se sert pas d'eau pour la génération du gaz, dont voici l'analyse :

	En volumes.		
Oxyde de carbone	24.2	34.6	éléments combustibles.
Hydrogène	8.2		
Hydrogène protocarboné . . .	2.2		
Acide carbonique	4.2	65.4	
Azote	61.2		
	100.0		

Multipliant ces chiffres par la densité des gaz, nous avons leur composition en poids.

	En volumes.		Densité.		
Oxyde de carbone. . . .	24.2	×	0.9674	=	23.629
Hydrogène.	8.2	×	0.0692	=	0.567
Hydrogène protocarboné .	2.2	×	0.5527	=	1.216
Acide carbonique. . . .	4.2	×	1.5290	=	6.421
Azote	61.2	×	0.9713	=	59.444
					91.277

Composition en poids du gaz de la houille. — Sur 100, en poids, nous aurons :

Oxyde de carbone	25.888	27.841
Hydrogène	0.621	
Hydrogène protocarboné. . . .	1.332	
Acide carbonique	7.035	72.159
Azote.	65.124	
	100.000	

A ce gaz se trouve mélangée un peu de vapeur d'eau qui se condense et dont on n'a pas tenu compte dans l'analyse.

Composition de la houille. — De la composition du gaz nous déduisons celle de la houille, dont il provient :

Carbone	84.380
Hydrogène	6.168
Oxygène	6.898
Azote, etc.	2.554
	100.000

abstraction faite des cendres.

Voici les quantités de gaz produites par 100 kilogr. de cette houille :

Oxyde de carbone . . .	155.874
Acide carbonique . . .	42.386
Hydrogène protocarboné .	8.023
Hydrogène	3.741
Azote.	392.145
	602.169

Eau qui se condense dans les tuyaux de conduite, avec les goudrons, suie, etc. 3.789

Calculons ici la capacité calorifique des gaz à brûler; nous aurons plus tard besoin de ce renseignement :

			Cap. ca.		
Oxyde de carbone . .	155.874	×	0.2479	=	38.657
Acide carbonique. . .	42.386	×	0.2164	=	9.173
Hydrogène protocarboné	8.023	×	0.5929	=	4.755
Hydrogène.	3.741	×	3.4046	=	12.734
Azote	392.145	×	0.2440	=	95.684
					161.003

Le calorique spécifique des gaz combustibles de 100 kilogr. de houille, sans cendres, est donc 161.

Si l'on calcule la quantité d'air qu'il faut pour brûler ces 602 kilogr. de gaz, en admettant 20 p. c. d'excès d'air sur la quantité strictement nécessaire pour former de l'acide carbonique et de l'eau, respectivement avec le carbone et l'hydrogène, on trouvera (1) 181.309 kilogr. d'oxygène et 607.382 kilogr. d'azote.

Multipliant par les caloriques spécifiques :

$$181.309 \times 0.2182 = 39.56$$
$$607.382 \times 0.2440 = 148.20$$

Capacité calorifique totale de l'air. . 187.76

Proportion de chaleur dégagée dans la transformation en gaz. — Il s'est dégagé, par cette transformation du carbone en

(1) A peu près les mêmes volumes de gaz et d'air.

oxyde et acide carbonique et d'une partie de l'hydrogène en eau, 273584 calories, savoir :

66.803	carbone en oxyde carbonique	165671
11.560	» acide »	93405
0.421	hydrogène en eau.	14568
		273584

Le pouvoir calorifique total de 100 kilog. de houille est de 862961 calories; en effet :

84.380	carbone en acide carbonique	681790
(1) 6.168	hydrogène en eau	181171
		862961

Divisant le chiffre des calories dégagées dans le générateur par le nombre de calories totales que pourrait donner la houille, nous avons la proportion de chaleur dégagée dans la transformation en gaz, et seulement employée à volatiliser les carbures hydriques et à donner la pression par le refroidissement.

$$\frac{273584}{862961} = 0.3170$$

31.70 p. c. (2).

(1) 0.421 à 34462 colories.
5.747 à 29000.

(2) Pour tenir compte de l'eau qui accompagne les gaz et se condense dans les tuyaux de conduite, nous supposons que, des 6.898 parties d'oxygène que contient la houille, 3.368 se sont portées sur 0.421 d'hydrogène pour former 3.789 de vapeur d'eau. Les 3.530 parties restantes se portent sur le carbone pour le transformer en acide carbonique.

Je suppose, dans le calcul des calories dégagées par la transformation en gaz, que l'oxygène contenu dans la houille, en s'unissant à l'hydrogène et au carbone, dégage de la chaleur. Si, comme on le fait d'habitude, on supposait tout l'oxygène, 6.898, combiné à 0.862

Le gaz est brûlé dans le four au contact de l'air. Nous pourrions supposer que la quantité d'air théoriquement nécessaire pour transformer les éléments combustibles en acide carbonique et vapeur d'eau suffirait ici, car, dans les régénérateurs où le gaz et l'air descendent, il y a un mélange assez intime pour qu'il y ait peu à craindre qu'il échappe du gaz non brûlé; cependant, comme nous comptons sur une combustion complète, nous admettrons, avec M. Siemens, un excès d'air de 20 p. c.

Les gaz de 100 kilog. de houille donnent, en brûlant, 587391 calories, savoir :

155.874	oxyde de carbone en acide carbonique.	374098
8.023	hydr. protoc. en ac. carb. et eau . .	104804
3.741	hydr. en eau	108489
		587391

Les produits de la combustion sont, y compris 20 p. c. d'air en plus que la quantité strictement nécessaire :

---

d'hydrogène, à l'état d'eau qui se vaporise simplement par la chaleur et sans en produire, on devrait retrancher 0.862 de 6.168, quantité totale d'hydrogène. Cela laissera 5.306 à multiplier par 29000 calories (pouvoir calorifique de l'hydrogène, quand on suppose que l'eau formée ne se condense pas) 5.306 × 29000 = 153874 calories, qui, ajoutées aux 681790 calories à provenir de la combustion du carbone, fourniraient un total de 835664 calories pour le pouvoir calorifique de 100 kil. de houille. On dégagerait, dans cette supposition, 259076 calories = 165671 + 93405 pour transformer le charbon en gaz; ce nombre, divisé par celui qui représente la quantité totale de calories, nous donnera la proportion de chaleur perdue dans la transformation $\frac{259076}{835654} = 31$ p. c.

Les deux suppositions changent donc peu les résultats et nous amènent aux chiffres 31.70 et 31, très-approximativement les mêmes. J'ai répété tous les calculs, en supposant que les 3.789 poids d'eau ne se condensent pas dans les tuyaux de conduite et accompagnent les gaz jusqu'à leur expulsion par la cheminée : cela ne modifie les résultats que dans une proportion tout à fait insensible et insignifiante.

	KILOG.
Acide carbonique.	309.393
Eau.	47.205
Azote	999.527
Oxygène de l'air	30.218
	1386.343

Capacité calorifique de ces gaz :

Acide carbonique.	309.393	×	0.2164	=	66.952
Eau	47.205	×	0.4750	=	22.420
Azote	999.527	×	0.2440	=	243.885
Oxygène . . .	30.218	×	0.2182	=	6.588
					339.845

D'où $\frac{587391}{339.845} = 1728$ degrés.

Température de combustion des gaz. — Les gaz, en brûlant, sont donc susceptibles de donner 1728 degrés de chaleur (1).

(1) Nous ne parlons jamais que de degrés centigrades.

A l'établissement de Sougland, dans le département de l'Aisne, en France, on a appliqué le système Siemens à un four à chauffer. L'ingénieur de l'usine, M. P. Marin, a, dans un excellent mémoire, décrit les installations, consommations et produits relatifs aux appareils employés. Nous avons obtenu, par une autre voie, des renseignements sur la marche des appareils Siemens à cette même usine, et c'est sur des chiffres bien établis que nous basons nos calculs.

Résultats du travail au four à chauffer le fer de l'usine de Sougland. — A l'usine de Sougland, on faisait par 24 heures, au four à chauffer, 14 charges de 13 paquets à 50 kilog. : on enfournait ainsi 9000 kilog. de fer pour fabriquer 5600 kilog. de bidons rognés à mesures justes, en dehors des bouts et des rebuts, destinés à la fabrication de tôles. On consommait 2000 kilog. de charbon par 24 heures. On avait substitué, dit M. Marin, aux meilleures houilles de Mons, dont on consommait auparavant à ce four et pour le même travail 3400 kilog., des charbons gras ordinaires du bassin de Charleroi.

L'analyse des gaz donnés par ce charbon n'ayant pas été faite, nous supposerons que ce charbon donnait les mêmes produits gazeux que le combustible de Saint-Gobain, produits gazeux dont nous connaissons la composition.

Avec ces données, nous allons chercher à nous rendre compte du mode d'action du système Siemens. (Voir figures 11 et 12.)

Nous avons à chercher :

1° La perte de chaleur par la cheminée qui sert d'évacuation aux produits de la combustion ;

2° La perte de chaleur par transmission des parois des régénérateurs ;

3° La quantité de chaleur absorbée par le fer ;

4° La quantité de chaleur logée dans le four servant à maintenir la température nécessaire et à compenser les pertes par transmission des parois du four.

Si l'on ajoute à ces différentes quantités de chaleur les calories dégagées dans la transformation en gaz du combustible solide, on retombera sur le pouvoir calorifique total.

Les 2000 kilog. de houille contiennent 10 p. c. de cendres, qui les réduisent à 1800 kilog. de houille supposée sans cendres.

L'inversion des valves ayant lieu toutes les demi-heures, entre deux renversements on brûlera 37.50 kilog. de charbon.

Les gaz provenant de 100 kilog. de houille, avons-nous vu dans les préliminaires (page 43), dégagent 587391 calories; ceux de 37.50 kilogrammes sont donc susceptibles de donner 220272 calories.

1° Voyons la perte par la cheminée :

Perte par la cheminée. — Si les gaz s'échappent à 100 degrés, ce qui peut être facilement obtenu, on peut arriver à beaucoup moins.

Les gaz brûlés de 100 kilog. de houille se montent à 1386 kilog., dont la capacité calorifique est 339.85 (page 44).

Pour 37.50 kilog. de houille on aura 520 kilog. de gaz brûlés et une capacité calorifique de 127.50.

A multiplier par 100 degrés :

12750 calories.

Si l'on ne refroidissait les gaz, avant leur entrée dans le canal de fuite, qu'à 200 degrés seulement, ils emporteraient 25500 calories.

Bien que, comme nous l'avons avancé, on puisse facilement refroidir les gaz à 100 degrés, nous admettrons une perte de 25000 calories par évacuation dans la cheminée.

2° Perte de chaleur par la transmission des parois des régénérateurs :

Calcul de la perte de chaleur par la transmission des parois. — Chaque compartiment a $2^m,25$ de haut, $2^m,25$ de long, sur $0^m,40$ de large, ce qui donne 2.025 mètres cubes de capacité par compartiment, ou 8.100 mètres cubes pour les quatre; soit 4.050 mètres cubes par 1000 kilog. de charbon à brûler par 24 heures.

Les briques, superposées en claire-voie, laissent une moitié vide ; des deux mètres cubes de chaque compartiment, il y en a ainsi un plein. Le mètre cube de briques pèse environ 1800 kilog. ; c'est donc 1800 kilog. de matières réfractaires qui, par chambre, doivent retenir la chaleur des flammes.

La température soudante du fer peut être évaluée à 1600 degrés centigrades. Les flammes qui, dans le four, ont en moyenne une température supérieure, en entrant dans les régénérateurs, auront cette chaleur qu'elles céderont au contact des briques réfractaires pour ne conserver que 100 degrés à la cheminée.

La chaleur croît dans les chambres progressivement, de bas en haut, de 100 à 1600 degrés, la pleine température des flammes; la partie supérieure des régénérateurs, sur une hauteur restreinte, atteignant seule le maximum de 1600 degrés. Pour une hauteur ordinaire de $2^m,25$, M. Siemens évalue au quart environ, soit $0^m,50$, l'étendue des briques chauffées à la température de la flamme. En admettant ces bases, nous avons à calculer les pertes par les parois des régénérateurs, dues au rayonnement et au contact de l'air. Nous supposons que les régénérateurs, comme aux usines de Jambes et de Saint-Gobain, sont dans des caves, accessibles par tous côtés. C'est le cas le plus défavorable et où la perte est la plus grande.

Calcul des surfaces exposées au refroidissement. — Calculons les surfaces exposées au refroidissement :

En longueur.	$0^{m},36$	épaisseur du mur ($0^{m},30$ de maçonnerie et $0^{m},06$ intervalle rempli de sable).
	$2^{m},25$	longueur d'un compartiment.
	$0^{m},30$	mur de séparation.
	$2^{m},25$	longueur d'un compartiment.
	$0^{m},36$	épaisseur du mur extérieur.
	$5^{m},52$	

$5^{m},52$ pour un côté ; pour les deux, 11 mètres.

En largeur.	$0^{m},36$	mur séparant de l'extérieur.
	$0^{m},40$	largeur d'un compartiment.
	$0^{m},50$	mur entre gaz et air.
	$0^{m},40$	largeur d'un compartiment.
	$0^{m},36$	mur séparant de l'extérieur.
	$2^{m},02$	

2 mètres de largeur pour un côté ; pour les deux, 4 mètres.

Les quatre compartiments sont donc compris entre des murs dont le développement est de 15 mètres.

Sur une hauteur de $0^{m},50$, la température intérieure est à 1600 degrés, et, sur $1^{m},75$, elle varie de 1600 à 100, c'est-à-dire qu'elle est en moyenne de 850 degrés.

Nous avons donc à calculer la perte de chaleur due au refroidissement :

1° D'une surface de $7^{m2},50$ ($15 \times 0,50$) exposée à l'air, pour une chaleur intérieure de 1600 degrés, le mur ayant deux épaisseurs de $0^{m},15$ en briques réfractaires, séparées par un intervalle de $0^{m},06$ rempli de sable ;

2° D'une surface de $26^{m2},26$ ($15 \times 1,75$), dans les mêmes conditions et pour une température intérieure de 850 degrés.

Nous y arrivons par la formule de Dulong et Petit.

Appelons :

S le pouvoir rayonnant de la surface;

φ la température de l'air ambiant;

t l'excès de température sur φ de la surface par laquelle le corps perd la chaleur;

L la forme de ce même corps. C'est surtout l'étendue de ce corps en hauteur qui a une grande influence sur cette valeur.

La quantité de chaleur transmise est due au rayonnement et au contact.

Celle qui est due au rayonnement s'exprime par

$$Sma^{\varphi}(a^{t} - 1);$$

et celle due au contact, par Lnt^{b} ; m et n, dans ces deux formules, sont des valeurs constantes, à savoir : $m = 124.72$, et $n = 0.552$.

a et b sont encore des valeurs constantes : $a = 1.0077$, et $b = 1.233$.

Pour des fours en briques, on peut admettre S = 3.60 par mètre carré et par heure; pour des surfaces perpendiculaires de 2 mètres de hauteur, on peut admettre L = 2.10 par mètre carré et par heure.

Les valeurs réunies $Sma^{\varphi}(a^{t} - 1) + Lnt^{b}$, divisées par t, représentent la quantité d'unités de chaleur transmise par heure et par mètre carré, pour un degré centigrade de différence de température; nous la désignerons par Q.

Pour connaître t', la température de la surface du four ou d'une partie de celle-ci, à défaut d'un mesurage direct, on peut l'obtenir par la formule

$$t' = \frac{T - \varphi}{1 + Q\frac{e}{c}} + \varphi$$

en désignant par T la température à l'intérieur du four, par e l'épaisseur des parois, et par C la conductibilité de la substance dont cette paroi est composée :

C = 0.83 pour la brique réfractaire, et 0.27 pour le sable. Dans ce cas-ci :

$$\frac{e}{c} = \frac{0.15}{0.83} + \frac{0.06}{0.27} + \frac{0.15}{0.83} = 0.584.$$

Des deux formules

$$Q = \frac{Sma^{\varphi}(a^{t} - 1) + Lnt^{b}}{t}$$

$$t' = t + \varphi = \frac{T - \varphi}{1 + Q\frac{e}{c}} + \varphi.$$

on ne peut déduire Q et t que par tâtonnements.

Après différents essais, voici les valeurs que j'ai trouvées qui satisfont à ces équations, φ température de l'air ambiant étant 25 degrés.

Pour T = 1600 degrés.
t = 205 t' = 230, température de la surface.
Q = 11.50 unités.

Pour T = 850.
t = 135 t' = 160, température de la surface.
Q = 8.50 unités.

Qt' est le nombre de calories transmises par heure et par mètre carré.

Pour les 7^{m2},5 supérieurs :

$Qt' = 11.50 \times 230 = 2645.$
$2645 \times 7.5 = 19837.5.$
19838 calories par heure.
9919 » 1/2 heure.

Pour les $26^{2m},25$ inférieurs :

$Qt' = 8.5 \times 160 = 1360.$
$1360 \times 26.25 = 35660.$
35660 calories par heure.
17830 » 1/2 heure.

Perte de chaleur par la transmission des parois. — Additionnant ces deux nombres, pour avoir la perte due à la transmission de l'enveloppe des régénérateurs, pendant l'espace de temps d'une demi-heure, nous obtenons le chiffre de 27750 calories (1).

Quantité de chaleur absorbée par le fer. — Pour chauffer 9000 kilog. à 1600 degrés, par vingt-quatre heures :

Chaleur spécifique du fer, 0.114.

$$0.114 \times 1600 \times 9000 = 1641600.$$

$\frac{1641600}{48} = 34200$ calories par 1/2 heure, entre deux inversions des valves.

Quantité de chaleur logée dans le four. — La quantité de chaleur logée dans le four, pour y maintenir la température nécessaire et compenser les pertes par transmission des parois, est 134066 calories, chiffre que nous obtenons par différence.

---

(1) Cette quantité est un peu exagérée, car les deux doubles compartiments des régéné rateurs ne sont pas tous deux dans les conditions de maximum de température : l'un est au maximum, tandis que l'autre est au minimum, au moment d'une inversion de valve; et pour calculer la perte par les parois, nous les avons supposés tous deux possédant le maximum de chaleur.

Répartition de la chaleur totale de 37.5 *kilog. de houille.* — En résumé, voici la répartition de la chaleur totale de 37.5 kilog. de houille, brûlés en une demi-heure :

Chaleur totale	323610 calories.
Pour la transformation en gaz. . . .	102594 »
Les gaz combustibles conservent donc un pouvoir calorifique de.	221016 calories.
se répartissant comme suit :	
Perte par la cheminée	25000 calories.
Perte des parois des régénérateurs par transmission.	27750 »
Nombre de calories prises par le fer. .	34200 »
Nombre de calories logées dans le four et pour la transmission de chaleur de ses parois.	134066 »

Chaleur utilisée. — Des 221016 calories que donnent, *en brûlant dans le four*, les gaz combustibles provenant de 37.5 kilog. de houille, il y a ainsi :

Évacuation par la cheminée . . .	11.31 p. c.	23.86
Transmission des régénérateurs. .	12.55	
Absorption par le fer	15.48	76.14
Logé dans le four et pour la transmission de ses parois	60.66	

23.86 p. c. de perte et 76.15 p. c. utilisé.

Comparativement à la chaleur totale que peut donner la houille, 323610 calories, il y a 25000 + 27750 + 102594 = 155344 calories perdues, ou 48 p. c. de perte, et, par conséquent, 52 p. c. utilisé.

Quantité et degré de chaleur que les gaz prennent aux régénérateurs, en les traversant. — Calculons maintenant le nombre

de degrés de chaleur que les gaz combustibles prennent aux briques des régénérateurs, en traversant ceux-ci de bas en haut.

Les gaz brûlés, sortant du four, ont une température de 1600 degrés : ils emportent donc en une demi-heure 127.50 $\times$ 1600 = 204000 calories. 127.50 est la chaleur spécifique des gaz brûlés de 37.50 kilog. de houille. De ces 204000 calories, la cheminée en emporte 25000, la transmission des deux compartiments des régénérateurs par où les flammes descendent, $13875 = \frac{27750}{2}$, et le reste ou 165125 calories se logent dans les régénérateurs; et le régime étant établi, c'est la quantité de chaleur disponible pour échauffer les gaz avant leur combustion, et l'air qui doit les brûler.

Supposons que les compartiments à gaz et à air soient de même capacité; ils auront chacun $\frac{165125}{2}$ ou 82562 calories à céder.

Or 100 kilog. de houille produisant 602 kilog. de gaz dont la chaleur spécifique est 161, 37.50 kilog. de houille donneront 225^k,75 de gaz combustibles, dont le calorique spécifique est 60.38

$$\frac{82562}{60.38} = 1367 \text{ degrés.}$$

Les gaz s'échaufferont à une température moyenne de 1367 degrés.

Le calorique spécifique de l'air nécessaire pour brûler les gaz, y compris 20 p. c. d'excès, est 70.41 (page 41).

$$70.41 = \frac{187.76 \times 225.75}{602}.$$

$$\frac{82562}{70.41} = 1172 \text{ degrés.}$$

L'air s'échauffera à une température moyenne de 1172 degrés.

Comme on cherche généralement à donner à l'air la même température qu'aux gaz et quelquefois même un degré de chaleur plus élevé, on voit qu'il faudra donner aux compartiments à air plus de largeur qu'aux compartiments à gaz; c'est ce qui se fait généralement en pratique : Ainsi, aux verreries de Jambes, les chambres à air ont $0^m,70$ de largeur et celles à gaz, $0^m,60$ seulement.

La température moyenne du gaz et de l'air, s'ils s'échauffaient au même degré, serait :

$$\frac{165125}{60.38 + 70.41} = \frac{165125}{130.79} = 1262 \text{ degrés}$$

Le mélange de gaz et d'air possède donc 1262 degrés en moyenne, avant la combustion. Après la combustion, ces 165125 calories se répartissent sur les gaz brûlés, dont le calorique spécifique est un peu moindre que celui des gaz et de l'air avant leur combinaison, 127.50 au lieu de 130.79. La température que les régénérateurs donnent aux gaz brûlés est de $\frac{165125}{127.50} = 1295^\circ$, degrés qui s'ajoutent à ceux donnés par la combinaison chimique.

Les gaz, en se chargeant de la chaleur emmagasinée dans les régénérateurs, les refroidissent continûment et il y a nécessairement une différence assez notable entre les degrés de chaleur que le gaz acquiert en traversant les régénérateurs à différentes époques, depuis une inversion de valves jusqu'à la suivante.

Variation dans la température des régénérateurs. — Calculons la variation de température des régénérateurs en une demi-heure.

Par compartiment, nous avons, pour la place où se trouvent les briques, 2 mètres cubes de capacité, dont un plein et un vide. Le mètre cube plein de briques réfractaires pèse 1800 kilog.

Les régénérateurs ont $2^m,25$ de haut, avons-nous vu, et, sur une hauteur de $0^m,50$, les briques possèdent une chaleur de 1600 degrés; sur $1^m,75$, 850 degrés en moyenne.

$$\frac{1800 \times 0.50}{2.25} = 400, \quad \frac{1800 \times 1.75}{2.25} = 1400.$$

Il y a donc 400 kilog. de briques à 1600 degrés, et 1400 kilog. à 850 degrés.

Le calorique spécifique de la brique réfractaire étant 0.21, un compartiment possède :

$$400 \times 0.21 \times 1600 = 134400 \text{ calories.}$$
$$1400 \times 0.21 \times 850 = 249900 \quad \text{id.}$$
$$\text{En somme, } 384300 \text{ calories.}$$

Et pour deux compartiments, 768600 calories.

Température résultante. — Quand les chambres des régénérateurs possèdent ces 768600 calories, la température *résultante* des briques est :

$$\frac{1600 \times 400 + 850 \times 1400}{1800}, \text{ ou } 1016 \text{ degrés.}$$

Si de 768600 calories nous en retranchons 165125, nombre de calories que deux compartiments de régénérateurs cèdent aux gaz combustibles et à l'air en une demi-heure, dans l'intervalle de deux renversements des valves, il reste 603475 calories, et en posant la proportion

$$768600 : 1016 = 603475 : x,$$

nous obtenons la nouvelle température *résultante* qui y correspond

$$x = 800 \text{ degrés.}$$

Différence 220 degrés.

La variation est encore moins forte, et il y a pour cela deux raisons : d'abord les gaz, arrivant du générateur dans les chambres, ne sont pas à zéro degré; si on leur supposait 50 degrés, ils apporteraient 3000 calories : ensuite les murs d'enclos des régénérateurs interviennent pour chauffer les gaz, et aussi pouvons-nous dire, dans la proportion de leur surface de chauffe comparativement à celle des briques.

Calculons ces surfaces de chauffe.

Les chambres ont $0^m,40$ de largeur, et les briques qui les remplissent ont $0^m,20$ de longueur sur $0^m,08$ de côté. (Voir fig. 11 et 12.) Les briques présentent ainsi par compartiment une surface de chauffe de 35 mètres carrés. Les murs d'enclos offrent une surface à l'intérieur de $11^{m2},92$, dont la moitié seulement, $5^{m2},96$, est en contact avec les gaz.

La surface de chauffe totale par compartiment est ainsi $5.96 + 35 = 40^{m2},96$.

$$\frac{35}{40.96} = 0.85 \qquad \frac{5.96}{40.96} = 0.15.$$

Variation. — La variation de température ne sera donc que les 0.85 de 220 = 187 degrés.

La température *résultante* des régénérateurs est au maximum de 1016 degrés et au minimum de 1016 — 187 = 829 degrés. En moyenne, la température *résultante*, après un quart d'heure de passage des gaz et de l'air, sera :

$$922 \text{ degrés} = \frac{1016 + 829}{2}.$$

La température résultante moyenne est 922 degrés.

Pour cette température moyenne de 922 degrés, les gaz et l'air, en traversant les régénérateurs, s'échauffent, avons-nous vu, à 1262 degrés; pour une température de 1016 degrés, il s'échaufferont à 1390 degrés.

$$922 : 1262 = 1016 : x$$
$$x = 1390$$

et pour une température résultante de 829 degrés, à 1134 degrés, en moyenne $\frac{1390 + 1134}{2} = 1262$ degrés.

Variation de température des gaz brûlés. — Considérons la variation de température des *gaz brûlés*.

La température des gaz brûlés, provenant de la chaleur prise aux régénérateurs, est, pour la température *résultante* moyenne de 922 degrés, 1295 degrés, comme nous l'avons calculé un peu plus haut. Pour une température des régénérateurs de 1016 degrés, elle montera à 1426 degrés.

$$922 : 1295 = 1016 : x$$
$$x = 1426\,;$$

et pour 829 degrés, les gaz et l'air n'emporteront que 1164 degrés. De 1426 à 1164 il y a 262 degrés, avec une moyenne de 1295 degrés.

Haut degré de la chaleur initiale. — La combustion des gaz produit 1728 degrés de chaleur qui, ajoutés aux 1295 degrés fournis par les régénérateurs, donnent comme température des gaz au moment de la combustion, $1728 + 1295 = 3023$ degrés en moyenne, avec un maximum de $1728 + 1426 = 3154$ degrés, et un minimum de $1728 + 1164 = 2892$ degrés.

C'est cette énorme chaleur que peut acquérir un faible poids de gaz dans le nouveau système qui permet de diminuer en

grande proportion la quantité de charbon employée. Ainsi la combustion émet 220300 calories; les régénérateurs en apportent 165125 : ces derniers participent donc à l'effet utile dans la proportion de 43 p. c. La température dans le four, comparée à ce qu'elle serait sans l'action des régénérateurs, est surélevée dans cette proportion. C'est l'une des propriétés les plus remarquables du four Siemens, que de pouvoir ainsi augmenter énormément la température dans l'intérieur du four, et cela sans grand excès de dépense.

Calcul des pertes par transmission des parois des régénérateurs et du four, dans l'hypothèse d'une chaleur de 2500 *à* 3000 *degrés dans l'intérieur du four.* — Dans le four à chauffer dont nous nous sommes occupé, il y a une température que nous pouvons supposer atteindre, vers le milieu du four, 1800 degrés, les flammes entrant dans les régénérateurs en conservant encore 1600. Cette évaluation ne doit pas être loin de la vérité. Si, au lieu de 1800 degrés, nous voulons en avoir 2000, 2500, 3000, nous le pourrons sans grande augmentation de combustible. En effet, nous pourrons toujours refroidir, et facilement, les produits de la combustion à 200 degrés, ce qui empêchera toute perte considérable par la cheminée. Les autres pertes proviennent de la chaleur transmise par les parois des régénérateurs et du four.

Calculons la perte du fait de la transmission des parois des régénérateurs; reprenons les formules précédemment vues et supposons une température intérieure de 2500 degrés.

Pour $T = 2500$ degrés.
$t = 260.$
$t' = 285.$
$Q = 14.50.$

Si nous avons 2500 degrés à la partie supérieure et

200 degrés au bas, la moyenne, pour la partie inférieure du régénérateur, sera 1350 degrés.

Pour T = 1350 degrés.
t = 185.
t' = 210.
Q = 10.40.

Pour la partie supérieure Qt' = 4133 calories.
» inférieure Qt' = 2184 »

Multipliant par les surfaces

7.50 × 4133 = 30997
26.25 × 2184 = 57330

Par heure . . calories 88327
Par 1/2 heure. » 44164

44164 calories au lieu de 27750 dans le premier cas. Donc une majoration de 16414 calories.

Si l'on suppose toujours les briques sur $0^m,50$ de hauteur à 2500 degrés, et le reste variant de 2500 à 200 degrés, la température *résultante* dans les régénérateurs sera :

$$\frac{2500 \times 400 + 1350 \times 1400}{1800} \text{ ou } 1606 \text{ degrés,}$$

au lieu de 1016 degrés, chiffre trouvé antérieurement : on a donc une différence de 600 degrés.

Il est vrai que, pour établir ce dernier calcul, nous avons supposé que, sur $1^m,75$ de hauteur, on pouvait refroidir les gaz de 2500 à 200 degrés. Si nous supposons, au contraire, que les régénérateurs, sur $1^m,75$ de hauteur, ne peuvent, comme dans le premier cas, descendre la température que de 1600 à 100 degrés, il nous faudra, pour la réduire de 2500 à 200 degrés, augmenter la hauteur dans la proportion de

$$\frac{2500 - 200}{1600 - 100} = \frac{23}{15}.$$

La perte par refroidissement sera augmentée dans cette proportion, soit $57330 \times \frac{23}{15} = 88000$ calories.

Ajoutées aux calories transmises par la partie supérieure,

$$30997 + 88000 = 118997 \text{ calories}$$

Par demi-heure 59498 »

au lieu des 27750 calories trouvées dans le premier cas.

La température résultante maximum dans les régénérateurs serait :

$$\frac{2500 \times 0.50 + 1350 \times 2.68}{3.18} = 1530 \text{ degrés},$$

au lieu de 1016 degrés. Différence 514 degrés, occasionnant dans la transmission une majoration de 59498 — 27750 = 31748 calories, ce qui est toujours très-peu pour une pareille augmentation d'intensité calorifique.

Quant à l'excès de perte par les parois du four, il est plus difficile à calculer exactement ; mais en raisonnant d'après des chiffres vus précédemment, nous pouvons en déduire qu'approximativement, il faudrait 60 p. c. d'augmentation des calories logées dans le four. En ajoutant à cette quantité l'excès de perte par la transmission des régénérateurs que nous avons calculé, et ce que la cheminée emportera en plus, puisqu'elle recevra une plus grande quantité de gaz, on arrive à devoir augmenter la consommation de combustible de 45 à 50 p. c. Ainsi, pour maintenir pendant vingt-quatre heures, dans le laboratoire du four, une température de 1800 degrés, on dépensera 2000 kilog. de houille, et pour 2300 à 2500 degrés, 3000 kilog.

Nous ne voulons pas dire par là qu'on pourra, dans les mêmes appareils, passer d'une température à une autre beaucoup plus élevée, moyennant un surplus de consommation peu

onéreux. Nous croyons, au contraire, que toutes les dimensions des diverses parties du système doivent être soigneusement calculées pour obtenir un effet bien déterminé, et qu'on ne pourra les faire varier, afin de rester dans de bonnes conditions, que dans de faibles limites. Nous avons voulu montrer qu'on peut obtenir par ce système de très-hautes températures, avec des consommations de houille pas trop différentes de celles que nécessite un four à chaleur ordinaire.

Résultats qu'on obtiendrait avec du coke, comparativement à l'emploi de la houille. — Nous avons examiné les effets calorifiques d'une houille grasse transformée en gaz combustibles; voyons de même ce que nous donnerait, pour les mêmes conditions de travail, un combustible sec, du coke, brûlé en oxyde de carbone par l'oxygène de l'air dans le gazéificateur, et en acide carbonique dans le four.

Ebelmen donne (page 517, 2e volume de ses œuvres) une analyse de gaz fabriqués avec du coke et de l'air. Le gazogène est un four à cuve de $3^m,50$ de haut, de $1^m,30$ de largeur au ventre, et de $0^m,40$ au gueulard, où l'on brûle du coke. Le vent est projeté dans le générateur par une tuyère de $0^m,040$ de diamètre, sous une pression de $0^m,025$ à $0^m,030$ de mercure, et chauffé à 175 degrés. Un tuyau de fonte de $0^m,21$ de diamètre intérieur prend les gaz à $1^m,40$ au-dessous du

gueulard et les amène au four à réverbère. La température du gaz près du four atteignait 425 degrés.

Composition du gaz en volumes :

Acide carbonique	0.73
Oxyde de carbone	33.54
Hydrogène	1.47
Azote	64.26
	100.00

En poids :

Acide carbonique	1.134
Oxyde de carbone	33.760
Hydrogène	0.106
Azote	65.000
	100.000

Le coke et l'air renfermaient un peu d'eau, ayant donné naissance à l'hydrogène et à l'acide carbonique.

Si nous calculons le gaz produit par de l'air sec sur du coke sans eau (supposé carbone pur), nous aurions en poids :

34.11 d'oxyde de carbone.
65.89 d'azote.
Soit 34 d'oxyde de carbone.
66 d'azote.

La composition du gaz donnée par Ebelmen se rapproche tout à fait de ces chiffres, et nous pouvons raisonner en prenant pour base ces derniers :

100 de carbone en brûlant fournissent	233.33 oxyde de carbone.
	450.66 azote.
	683.99

en dégageant 30.70 p. c. du pouvoir calorifique du combustible.

233.33 oxyde de carbone, en brûlant et devenant acide carbonique, dégagent 233.33 × 2400 = 560000 calories.

Par kilogramme de carbone, les gaz combustibles dégageront donc dans le four 5600 calories.

Quantité de coke équivalente à 37.50 kilog. de houille. — Nous avons vu, dans les calculs précédents, relatifs à la houille grasse, que les gaz provenant de 37k,5 de houille apportaient, par 1/2 heure, dans le four, un pouvoir calorifique de combustion de 221016 calories. Or

$$\frac{221016}{5600} = 39.4.$$

Il faudra donc 39.4 kilogrammes de carbone à transformer en oxyde de carbone, pour équivaloir les gaz combustibles de 37k,5 de houille : soit 5 p. c. en plus.

39.4 kilog. de carbone fourniront 91.80 kilog. d'oxyde de carbone et 177.69 kilog. d'azote qui, en brûlant avec 20 p. c. d'air en excès, donneront :

144.26 kilog. d'acide carbonique;
390.92 » d'azote;
10.49 » d'oxygène.

Multipliant ces quantités respectivement par les caloriques spécifiques des gaz, nous avons pour la capacité calorifique totale, 128.89.

Divisant le pouvoir calorifique par cette chaleur spécifique

$$\frac{221016 \text{ calories}}{128.89 \text{ capacité calorifique}} = 1710 \text{ degrés.}$$

Chaleur de combustion. — La température de combustion des gaz sera 1710 degrés. Pour celle des gaz de la houille grasse, nous avions trouvé 1728 degrés, donc à très-peu près la même chose.

Quel est le degré de température que les gaz combustibles et l'air introduit pour les brûler prendront, en traversant les régénérateurs?

Capacité calorifique

des 91.80 kilog.	oxyde de carbone	22.76
177.69 »	azote	43.35
		66.11

Capacité calorifique de l'air nécessaire :

Oxygène	11.45
Azote	43.35
	54.80
20 p. c. d'air en excès	10.96
	65.76

$$66.11 + 65.76 = 131.87.$$

Les gaz emportent des régénérateurs un nombre de calories proportionnel, dans les limites où nous les considérons, à leur masse et à leur calorique spécifique, donc à leur capacité calorifique totale. Nous posons, en conséquence, la proportion :

$$131.87 : 130.79 : x : 165125.$$

130.79 étant la capacité calorifique totale des gaz combustibles provenant de $37^k,50$ de houille et de l'air pour les brûler, avec l'excès de 20 p. c. ; et 165125 étant le nombre de calories que les gaz de la houille et l'air prennent, en traversant les régénérateurs :

Ce qui nous donne $x = 166446$ calories.

Or $$\frac{166446}{131.87} = 1262 \text{ (1)}.$$

(1) Voir la remarque de la page 78.

Chaleur prise aux régénérateurs. — Les gaz et l'air sont ainsi chauffés avant leur contact à 1262 degrés, ce qui donne une température aux gaz brûlés de 1291 degrés = 166446 : 128.89 calorique spécifique des gaz brûlés.

Nous avons trouvé, dans le premier cas, avec la houille, les mêmes chiffres, 1262 et 1295 degrés.

Conclusions. — La variation de la température résultante des régénérateurs sera la même que dans le premier cas, et comme nous avons vu que les températures de combustion se rapprochent beaucoup, 1710 et 1728 degrés, il s'ensuit que nous retrouvons les mêmes conditions.

La raison pour laquelle nous obtenons des résultats égaux avec la houille grasse et le coke, sauf les 5 p. c. d'augmentation sur le poids de la houille quand on emploie le coke, est que l'analyse des gaz de la houille comprend en poids 7 p. c. d'acide carbonique que nous n'avons pas dans la composition du gaz provenant du coke transformé en gaz par l'air chauffé à 175 degrés. Sans la présence de cet acide carbonique, la comparaison eût été très-notablement en faveur des gaz provenant de la houille grasse. Pour faire mieux ressortir cette différence, nous donnons en note les calculs appliqués à des gaz pouvant provenir d'une houille grasse et d'un combustible sec. Ces calculs, nous les avons faits en dehors des premiers, d'après d'autres considérations plus hypothétiques, et ils n'ont pas de corrélation avec eux (1).

---

(1) Examinons *théoriquement* quelle peut être la différence maximum d'effet utile que donneraient deux combustibles, l'un très-bitumineux, l'autre sec, et voyons comment l'emploi de l'eau peut rapprocher les résultats.

Le docteur Percy, dans son ouvrage de métallurgie, donne l'analyse suivante d'une houille très-riche en gaz, *cannel coal,* de Newcastle :

Intervention de l'eau. — Nous avons comparé la houille

Carbone	88.86
Hydrogène	6.53
Oxygène	2.53
Azote	2.08
	100.00 kilogrammes

cendres non comprises.

Défalquant de la quantité d'hydrogène la proportion nécessaire pour former de l'eau avec les 2.53 d'oxygène, 0.316, il reste $6^k,214$ d'hydrogène. Quel est le poids de carbone que cet hydrogène enlèvera pour former des carbures hydriques? Nous savons qu'il y en a de deux sortes : l'hydrogène protocarboné et l'hydrogène bicarboné. La proportion de ce dernier dans les gaz dégagés du charbon est estimée à environ 10 p. c. du premier : plus il s'en formera, meilleurs seront les résultats ; en effet, plus on introduira de carbone dans le laboratoire du four au moyen de l'hydrogène, moins on devra en transformer en oxyde de carbone, transformation qui exige une grande dépense de chaleur et introduit une grande masse d'azote. Supposons qu'il ne se dégage que du protocarbure : cela corrigera, d'autre part, la modification que produirait une certaine quantité d'hydrogène qui pourrait s'échapper à l'état libre. L'hydrogène protocarboné est composé en poids de 75 parties de carbone et de 25 parties d'hydrogène. $6^k,214$ d'hydrogène enlèveront ainsi $18^k,642$ de carbone et il restera 88.860 — 18.642 = 70.218 kilog. de carbone à transformer en oxyde de carbone par l'air sec. La chaleur dégagée par la transformation sera simplement employée à la distillation des parties volatiles et à donner par le refroidissement du *cooling tub* une certaine pression aux gaz. Par la combustion en oxyde de carbone, les 70.218 kilog. de carbone dégagent 174140 calories et en laissent disponibles 393220, auxquelles il faut ajouter les calories produites par les 24.856 kilog. de carbures hydriques, 334694.

On utilise donc, dans ce cas, 393220 + 324694 = 717914 calories, et on en perd 174140.

$$\frac{174140}{717914 + 174140} = \frac{174140}{892054} = 19.5 \text{ p. c.}$$

Par la transformation en gaz combustibles, on perd 19.5 p. c. de la chaleur totale.

Ces calculs supposent qu'il ne se précipite pas d'huiles goudronneuses dans les conduits. Dans ces conditions, nous voyons qu'un combustible bitumineux utilise 80.50 p. c., tandis qu'un combustible sec perd 30.70 p. c. et n'utilise que 69.30 p. c.

Les 174140 calories, dégagées dans la transformation en gaz combustibles de la houille grasse, servent à volatiliser les 24.856 kilog. de carbures d'hydrogène qui, d'après Ebelmen, demanderaient pour distiller à peu près la moitié de la chaleur qu'absorbe, pour se volatiliser, un égal poids d'eau. Il reste encore, comme on voit, une quantité de chaleur assez forte que l'on pourrait utiliser pour décomposer un certain poids de vapeur d'eau. Outre l'économie de combustible, on aurait moins de matières goudronneuses qui se condenseraient. Une faible proportion de vapeur d'eau dans les gaz peut aussi être utile pour reprendre dans les régénérateurs le carbone solide qui s'y trouverait, carbone dû à la décomposition de certains carbures d'hydrogène par une forte chaleur.

Ces cas extrêmes n'arrivent pas dans la pratique : la houille aussi bitumineuse donnerait

grasse au coke pour la transformation du gaz par l'air. Il y a

---

des goudrons qui obstrueraient les canaux, et on n'emploie le coke qu'en faisant intervenir l'eau.

Calculons la proportion d'eau que nous pouvons décomposer dans le gazogène, au moyen de la chaleur développée par la combustion en oxyde de carbone.

1 kilog. de carbone, brûlant en oxyde carbonique, émet 2480 calories et il en reste disponibles 5600, à dégager par la combustion complète. Les 2480 calories doivent servir :

1° A maintenir la masse de charbon dans le générateur à une chaleur suffisante pour que les réactions puissent se produire; évaluons-la plutôt trop haut, à 800 degrés. Les gaz quitteront le générateur avec cette chaleur, et, par leur refroidissement dans le tube supérieur, on obtiendra une pression, nécessaire dans le four.

2° Le reste peut servir à la décomposition de l'eau.

Nous avons à tenir compte, en outre, des pertes inévitables par refroidissement du générateur et autres causes extérieures.

Pour échauffer les gaz donnés par 1 kilog, de carbone à 800 degrés, il faut 1514 calories; il en reste donc 2480 — 1514 = 966 calories pour la décomposition de l'eau.

Or par kilogramme d'eau décomposée par le charbon, il y a absorption de 2168 calories, de 1573 seulement par kilogramme de vapeur d'eau. 966 calories peuvent ainsi servir à décomposer $0^k,445$ d'eau qui nous donnera une quantité d'hydrogène nous restituant utilement dans le four nos 966 calories.

Pour tenir compte des différentes pertes de chaleur, supposons seulement l'introduction par kilogramme de coke de 250 grammes d'eau qui nous fourniront $0^k,0277$ hydrogène dégageant dans le four 803 calories = 29000 × 0.0277.

Nous utiliserons dans ces conditions 5600 + 803 = 6403 calories sur 8080 d'utilisables, ou 79 p. c.

Nous n'aurons plus que 21 p. c. de perte, à peu près la perte du combustible bitumineux, au lieu de 30.70 p. c.

Nous avons supposé que l'eau nous procurait de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone, mais, en pratique, l'intervention de l'eau amène toujours, en outre, dans les gaz, une certaine proportion d'acide carbonique et de vapeur d'eau.

Si l'on calcule la température de combustion des gaz provenant de la houille, on trouve 2190 degrés ; celle des gaz provenant du coke brûlé par l'air seul, 1908 degrés, et brûlé avec intervention d'eau, 2075 degrés. La différence de température de 167 degrés, des deux derniers cas, est due à ce que l'eau nous procure de l'hydrogène sans imposer, comme l'air, une augmentation du poids de l'azote.

En résumé, 1 kilogramme

1° De la houille dont nous avons donné l'analyse, apportera dans le four 7178 calories avec une température de combustion de 2190 degrés et une quantité de gaz de

$$13.254 \text{ kilog.} \left\{ \begin{array}{ll} 3.261 & \text{acide carbonique.} \\ 9.405 & \text{azote.} \\ 0.588 & \text{eau.} \end{array} \right.$$

2° Du coke transformé en oxyde de carbone par l'air, 5600 calories, une température de combustion avec un poids de gaz de

$$12.594 \text{ kilog.} \left\{ \begin{array}{ll} 3.667 & \text{acide carbonique.} \\ 8.927 & \text{azote.} \end{array} \right.$$

un autre cas à considérer : c'est celui où l'on fait intervenir l'eau.

L'eau décomposée par le carbone donne de l'hydrogène et de l'acide carbonique d'abord, qui se transforme ultérieurement en oxyde de carbone. L'eau nous donne ainsi deux gaz combustibles, sans introduire, comme par l'action de l'air, une grande proportion d'azote, gaz inerte augmentant les pertes et diminuant la chaleur qu'on peut obtenir.

Il y a deux manières d'employer l'eau avec un combustible sec : on peut en user en petite proportion, de façon à conserver au gaz et à la houille, dans le gazogène, une haute température, permettant d'assurer la décomposition presque complète de l'eau et de l'acide carbonique et de n'obtenir à peu de chose près que de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone; ou bien on peut se servir d'eau en plus grande quantité, *utiliser la majeure partie de la chaleur disponible dans le générateur*, mais alors se résigner à admettre dans les gaz formés une cer-

---

3° Du coke transformé en gaz par l'air et en partie par l'eau, 6406 calories, une température de combustion de 2075 degrés et un poids de gaz de

12.835 kilog.	3.667	acide carbonique.
	8.918	azote.
	0.258	eau.

Il y a deux côtés distincts à considérer dans ces chiffres : d'abord la différence du nombre des calories qui peut être combattue par une plus grande consommation du combustible le plus faible, ensuite la différence dans le degré de la température de combustion, qui ne peut être aussi facilement rachetée. La température de combustion des gaz n'est certes pas la température définitive moyenne qui règnera dans le four ; il y a les pertes et absorptions de chaleur dans le four, et il y a la modification considérable qu'apporte l'action des régénérateurs. Mais cette dernière action aidera à accuser plus fortement encore la différence des températures, selon qu'on emploie le combustible gras ou sec ; car le degré de chaleur que possèdent les régénérateurs et celui qu'ils sont susceptibles d'abandonner au gaz dépendent de la température de la flamme qui les traverse en sortant du four.

Si l'on reste des deux côtés dans des conditions analogues, l'action des régénérateurs viendra ainsi majorer la distance qui sépare déjà les divers combustibles.

taine quantité d'eau non décomposée et une forte proportion d'acide carbonique.

Pour le premier cas, où l'on modère l'emploi de l'eau, nous avons vu, dans la note de la page précédente, que les gaz combustibles retenaient 79 p. c. du nombre des calories totales, pour un poids de gaz de 12.835 kilog., et que la température de combustion s'élevait à 2075 degrés.

Emploi de l'eau en grande proportion. — Cherchons quel serait le résultat de l'emploi de l'eau en plus grande proportion.

Conditions de la production du gaz. — Ebelmen (tome II, page 477) a analysé les gaz provenant d'un gazogène à tuyère, où l'on brûlait du charbon de bois avec introduction de vapeur d'eau surchauffée à 250 degrés par son passage dans des tuyaux exposés à la flamme d'un foyer.

Il a pris, une première fois, les gaz par un roulement à l'air seul. Ces gaz possédaient, à la sortie du générateur, une température d'environ 450 degrés. Quand on introduisit la vapeur, la tuyère devint immédiatement rouge, de blanche qu'elle était auparavant, et le courant de gaz ne possédait plus, à sa sortie du générateur, que 240 degrés environ. Ebelmen a fait alors deux prises de gaz. Ces prises du gaz analysé ont eu lieu au moment où les proportions respectives d'air et de vapeur demeuraient constantes, ce que l'on reconnaissait à la pression sur les buses et à la régularité dans l'allure du générateur.

Analyse du gaz dans le roulement avec l'air seul, en volume (gaz ramené à 0 degré et sous 0.76) :

Acide carbonique	0.41
Oxyde de carbone	33.04
Hydrogène	4.43
Azote	62.12
	100.00

Multipliant ces gaz respectivement par leur densité, et rapportant à 100 :

Composition, en poids :

Acide carbonique	0.672
Oxyde de carbone	34.265
Hydrogène	0.329
Azote.	64.734
	100.000

On voit que ces chiffres diffèrent fort peu des chiffres obtenus avec le coke, chiffres cités auparavant.

Composition du gaz, dans le roulement avec air et vapeur (moyenne de deux analyses), en volume :

Acide carbonique.	5.57
Oxyde de carbone	27.20
Hydrogène	14.00
Azote	53.23
	100.00

Sur 100 en poids, ces chiffres deviennent :

Acide carbonique.	9.63
Oxyde de carbone	30.11
Hydrogène	1.11
Azote	59.15
	100.00

Sur 100 volumes de gaz sec, la proportion de vapeur d'eau était, avec l'air seul, 1.2; avec air et vapeur, 3.3. Ebelmen fait remarquer que les résultats qui précèdent établissent que la décomposition de la vapeur par le charbon s'est constamment opérée, dans ses expériences, de façon à produire de l'hydrogène et de l'acide carbonique sans oxyde de carbone. On peut s'assurer, en effet, que les proportions d'oxyde de carbone

et d'azote sont entre elles dans le rapport de 52.52 à 100 (en volume), comme cela arrive pour le gaz provenant de l'action de l'air sur du carbone pur et en excès. Si l'on déduit de l'hydrogène total celui qui correspond au carbone dans la première expérience (où le charbon n'est brûlé que par l'air) et qui provient de la distillation du charbon, on trouve que le reste représente précisément le double de l'acide carbonique produit, comme cela doit arriver, si la vapeur d'eau se décompose de la manière indiquée.

On peut calculer, d'après les résultats des analyses, le volume de la vapeur d'eau introduite dans le générateur. Il correspond, par chaque litre de gaz, à deux fois le volume de l'acide carbonique, plus la vapeur non décomposée, c'est-à-dire à

$$\frac{2 \times 5.57 + 3.3}{100} = \frac{14.44}{100}$$

Et pour 100 litres de gaz

14.44 litres.

Or un litre de vapeur d'eau à 0 degré et sous 0.76 de pression, pèse $0^{gr}.801$.

$14.44 \times 0^{gr},801 = 11^{gr},566$.

Dans 100 litres de gaz il y a :

$2^{gr},294$	de carbone, à l'état d'oxyde carbonique, ayant dégagé	18.536 calories.
$11^{gr},280$	de carbone, à l'état d'oxyde de carbone, ayant dégagé . .	27.974 —
$13^{gr},574$	de carbone ayant dégagé . .	46.510 calories.

Pour 13.574 grammes de carbone, on a introduit 11.566 grammes d'eau. Pour 100 grammes de carbone, c'est donc 85.20 grammes de vapeur d'eau, 85.20 p. c. Si nous défal-

quons de 11.566 grammes le poids des 3.3 litres demeurés à l'état de vapeur, il reste 8.92 grammes d'eau décomposée par 100 litres de gaz sec.

Comme il y a 1.2 litre de vapeur d'eau dans les gaz donnés par le roulement à l'air seul, nous pouvons supposer que cette quantité de vapeur d'eau provient du combustible. Par 100 litres de gaz, le générateur reçoit ainsi :

En volumes 14.44 — 1.20 = 13,24 litres.
En poids 13.24 × 0.801 = 10.60 grammes.

Quantité de vapeur d'eau injectée dans le gazogène. — Le gazogène reçoit donc, par 100 litres de gaz sec contenant 13.574 grammes de carbone, 10.60 grammes de vapeur d'eau, dont 8.92 grammes sont décomposés.

Les 10.60 grammes de vapeur d'eau à 250 degrés possèdent une chaleur sensible, 1.25 calorie.

Les 8.92 grammes de vapeur d'eau, pour se décomposer, absorbent 28.71 calories.

28.71 — 1.25 que la vapeur apporte = 27.46 calories absorbées.

Les 13.574 grammes de carbone, en se transformant en oxyde et acide carbonique, dégagent 46.510 calories.

On en emploie 27.46 à décomposer l'eau; il en reste 19.05 pour entretenir la chaleur nécessaire aux réactions.

Dans le premier cas, où nous avons considéré l'emploi d'une quantité d'eau plus modérée, sur les 2480 calories disponibles, on en utilisait 803. (Voir note de la page 67.)

$$\frac{803}{3480} = 33 \text{ p. c.}$$

Dans le deuxième cas :

$$\frac{27.46}{46.51} = 59 \text{ p. c}$$

Si, au lieu de former de l'acide carbonique, les 2.294 grammes de carbone brûlés par l'eau avaient donné de l'oxyde de carbone, on n'aurait eu que 33.66 calories dégagées et on aurait utilisé $\frac{27.46}{33.66} = 82$ p. c.

Dans le générateur Siemens, où une certaine température des gaz est nécessaire pour qu'un refroidissement subséquent leur donne une certaine pression, il serait difficile d'introduire une aussi forte proportion de vapeur d'eau que celle de 85.20 p. c. du poids du carbone brûlé, et d'utiliser ainsi 59 p. c. de la chaleur dégagée dans le gazogène.

Calculons quels seraient les résultats amenés par la combustion du gaz de la composition que nous avons citée, en les comparant à ceux provenant de la houille.

Composition du gaz venant du charbon de bois transformé en gaz par air et vapeur, en poids :

Acide carbonique.	9.63
Oxyde de carbone	30.11
Hydrogène.	1.11
Azote	59.15
	100.00

Vapeur d'eau, 3.3 litres ou 2.64 grammes par 100 litres de gaz sec pesant 87.36 grammes, ou, pour 100 de gaz en poids, 3.02 grammes, soit 3 grammes de vapeur d'eau.

Faisons entrer ces 3 grammes de vapeur dans la composition du gaz, en supposant qu'il ne s'en condense pas dans les conduits :

Composition en poids des gaz combustibles provenant du charbon de bois transformé en gaz combustibles par l'air

accompagné d'une forte proportion de vapeur d'eau. — Composition du gaz en poids, soient des kilogrammes :

Oxyde de carbone	9.35
Oxyde de carbone	29.23
Hydrogène	1.08
Eau	2.91
Azote.	57.43
	100.00

Nombre de calories dégagées par ces gaz en brûlant :

Oxyde de carbone .	29.23	×	2400	=	70152
Hydrogène . . .	1.08	×	29000	=	31320
			Calories . . .		101472

Dans 9.35 d'acide carbonique il y a . .	2.55 de carbone.
» 29.23 d'oxyde » . .	12.53 »
En somme. . .	15.08 de carbone.

2.55 de carbone brûlant en acide carbonique dégagent	20604 calories.
12.53 de carbone brûlant en oxyde carbonique dégagent	31074 »
	51678 calories.

15.08 de carbone possèdent un pouvoir calorifique total de 15.08 × 8080 = 121846 calories.

Voyons les rapports de la quantité de chaleur dégagée dans la transformation en gaz par la combustion du carbone, sans compter d'abord la chaleur que nous récupérons par l'hydrogène créé.

1° Comparativement à la chaleur totale,

$$\frac{51678}{121846} = 42.40 \text{ p. c.}$$

2° Comparativement à la chaleur donnée par l'oxyde de carbone et l'hydrogène dans le four,

$$\frac{51678}{101472} = 50.93.$$

Mais la combustion du carbone en oxyde et acide carbonique a permis de rendre libre une quantité d'hydrogène considérable, qui compensera une grande partie de la perte de chaleur faite par la combustion d'une notable proportion de carbone en acide carbonique.

Proportion de la chaleur dégagée dans la transformation en gaz. — 1.08 d'hydrogène émet par sa combustion 31320 calories, que nous devons défalquer des 51678, l'absorption d'une quantité de chaleur ayant rendu libre l'autre,

$$51678 - 31320 = 20358,$$

et nous posons, comme d'ordinaire, $\frac{20358}{121846} = 16.70$ p. c. de la puissance calorifique totale, et 20 p. c. de l'effet utile dans le four $= \frac{20358}{101472}$.

Cherchons la température que produira la combustion dans le four :

29.23 d'oxyde de carbone prendrait, pour former de l'acide carbonique,

16.70 oxygène,
55.95 azote.

1.08 d'hydrogène, pour former de l'eau,

8.64 oxygène,
28.94 azote.

20 p. c. d'air en plus,

5.07 oxygène,
16.98 azote.

Gaz résultant de la combustion, y compris 20 p. c. d'air en plus :

Acide carbonique	55.28
Eau	11.63
Azote	159.30
Oxygène.	5.07

La capacité calorifique totale de ces gaz brûlés se monte à 57.46, savoir :

Acide carbonique .	55.28	×	0.2164	=	11.96
Eau	11.63	×	0.4750	=	5.52
Azote.	159.30	×	0.2440	=	38.87
Oxygène	5.07	×	0.2182	=	1.11
					57.46

d'où, température de combustion,

$$\frac{101472}{57.46} = 1765 \text{ degrés.}$$

Température de combustion. — Les gaz auront une température de combustion de 1765 degrés.

Équivalent de 100 *de gaz de houille.* — 100 en poids de gaz donnent, en brûlant, 101472 calories. Or, dans le cas de la houille (page 43), 602 de gaz, venant de 100 de houille, produisaient 587391 calories. Posant

$$602 : 587391 = 100x : 101472$$
$$x = 1.04$$

c'est-à-dire que 100 en poids du gaz, provenant du coke brûlé par air et eau, valent pour effet dans le four 104 en poids du gaz provenant de la houille, ou, ce qui revient au même, 100 de gaz de la houille peuvent être remplacés par 96.15 de gaz de charbon de bois.

Cherchons le calorique spécifique de 100 kilog. de gaz a brûler :

Acide carbonique .	9.35	×	0.2164	=	2.0233
Oxyde de carbone.	29.23	×	0.2479	=	7.2461
Hydrogène. . .	1.08	×	3.4046	=	3.6770
Eau	2.91	×	0.4750	=	1.3822
Azote	57.43	×	0.2440	=	14.0129
	100.00				28.3415

Air nécessaire + 20 p. c.

Oxygène	30.41	×	0.2182	=	6.6354
Azote	101.87	×	0.2440	=	24.8562
					31.4916

31.49
28.34

59.83 capacité calorifique totale des gaz combustibles et de l'air pour les brûler.

Nous avons vu (page 53) que 37[k],50 de houille donnaient 225.75 kilog. de gaz combustibles. Comme 96.15 de gaz provenant du charbon de bois valent 100 de gaz de la houille, nous remplacerons 225.75 kilog. des premiers par $\frac{225.75 \times 96.15}{100}$ = 217[k],05 des seconds.

La capacité calorifique des gaz du charbon de bois et de l'air pour les brûler sera $\frac{217.05 \times 59.83}{100} = 129.86.$

Or (page 54) les 225.75 kilog. de gaz, provenant de 37.50 kilog. de houille, ont une capacité calorifique, en y comprenant le calorique spécifique de l'air pour les brûler, de 130.79.

Quantité de chaleur prise par les gaz, en passant dans les

régénérateurs. — Sachant que, dans les limites de variation où nous les considérons, les gaz emportent, en traversant les régénérateurs, un nombre de calories proportionnel à leur masse et à leur calorique spécifique, donc à leur capacité calorifique totale, pour connaître le nombre de calories emportées dans ce cas-ci, nous posons :

$$130.79 : 129.86 = 165125 : x$$

165125 étant le nombre de calories que les gaz de la houille et l'air pour les brûler, toujours avec l'excès de 20 p. c., prennent pour les brûler; d'où

$$x = 163950,$$

et nous avons le degré de chaleur en posant

$$\frac{163950}{129.86} = 1262 \text{ (1)}.$$

Donnant une température aux gaz brûlés de :

$$\frac{163950}{\frac{57.46 \times 217.05}{100}} = \frac{163950}{124.72} = 1315 \text{ degrés}.$$

Nous avons vu que, pour former dans le four la température

(1) Nous ferons remarquer que nous obtenons toujours 1262 pour le degré de chaleur que prennent les gaz combustibles et l'air pour les brûler, en y comprenant l'excès de 20 p. c., en traversant les régénérateurs. Nous avons trouvé ce chiffre déjà page 64, quand nous avons traité la même question à propos des gaz du coke brûlé par de l'air seul, et nous le trouverons encore dans la suite, page 86. Ce chiffre doit être, en effet, le même dans les différents cas : il ressort de la raison de nos calculs, puisque ceux-ci sont basés sur ce que nous avons admis que les gaz provenant des divers combustibles et l'air pour les brûler prennent, en traversant les régénérateurs, supposés identiques dans leurs conditions, un nombre de calories proportionnel à leur masse et à leur calorique spécifique, donc à leur capacité calorifique totale. Ce qui varie, mais faiblement, c'est le degré de chaleur que ces calories prises aux régénérateurs donnent aux *gaz brûlés,* dont les compositions assez différentes changent les capacités calorifiques.

initiale, les gaz de la houille et l'air comburant prennent aux régénérateurs de quoi surhausser leur température de combustion de 1295 degrés, ce qui correspond, vu les différences dans la capacité calorifique des gaz et de l'air avant et après leur contact, à donner aux gaz et à l'air 1262 degrés.

La température de combustion du gaz et de l'air échauffés sera 1728 + 1295 = 3023 degrés.

Les gaz du charbon de bois donnent, en brûlant, une température de 1765 degrés et prennent 1315 degrés aux régénérateurs.

Chaleur initiale de combustion. — Leur température initiale de combustion dans le four sera 1765 + 1315 = 3080 degrés.

Ainsi, employant les gaz venant de la houille, pour avoir une température de combustion *initiale* de 3023 degrés dans le four, 100 de gaz en poids dégagent 97570 calories en brûlant et donnent une température de 1728 degrés, et ils prennent dans les régénérateurs 73145 calories, apportant un accroissement de 1295 degrés (1). En somme, dans le four, il y a 97570 + 73145 = 170715 calories.

Quand on emploie le charbon de bois, 96.15 de gaz, en poids, suffisent pour remplacer 100 des gaz de la houille.

Ces 96.15 kilog. donnent 97570 calories par la combustion et une température de 1765 degrés, et ils prennent dans les régénérateurs 72623 calories (2), apportant un accroissement de 1315 degrés.

En somme, ils apportent dans le four 97570 + 72623 =

---

(1) 225.75 kilog. de gaz de la houille (page 53) prennent 165125 calories en traversant les régénérateurs, donc 100 en prendront 73145.

(2) 217.05 kilog. de gaz prennent, en traversant les régénérateurs, 163950 calories; 96.15 kilog. en prendront 72623.

170193 calories, et la température *initiale* de combustion, dans le four, est de 3080 degrés.

Économie réalisée en employant le charbon de bois. — Voyons maintenant quelle sera l'économie en employant le charbon de bois au lieu de la houille.

Nous avons calculé que 100 kilog. de houille donnaient 602 kilog. de gaz et 100 kilog. de charbon de bois, 663 kilog. de gaz combustibles.

Pour équivaloir 602 de gaz de la houille, il faut en gaz de charbon de bois :

$$602 \times \frac{96.15}{100} = 578.82.$$

Et pour savoir combien de kilogrammes de charbon de bois remplaceront 100 kilog. de houille, nous poserons la proportion :

$$663 : 100 = 578.82 : x$$
$$x = 87.30.$$

100 kilog. de houille peuvent être remplacés par 87.30 kilog. de charbon de bois.

Économie en poids : 12.70 p. c.

Variation dans la température des régénérateurs. — De plus, nous allons voir que nous aurons avec les gaz du charbon de bois une variation un peu moindre dans la température des régénérateurs que celle que l'on constate avec les gaz de la houille.

Ainsi, nous avons vu, dans des considérations précédentes (page 55) que les deux compartiments à gaz et à air possèdent 768600 calories pour 37.50 kilog. de houille à brûler par demi-heure, entre deux renversements de valves. Ces 37.50 ki-

log. de houille peuvent être remplacés par $37.50 \times \frac{87.30}{100} =$ 32.74 kilog. de charbon de bois.

32.74 kilog. de charbon de bois fournissent 217.05 kilog. de gaz, et ces gaz, ainsi que l'air pour les brûler, toujours avec l'excès de 20 p. c., prendront pour augmenter la température de combustion de 1315 degrés :

$$1315 \times 217.05 \times \frac{57.46}{100} = 163950 \text{ calories.}$$

La quantité de chaleur des deux compartiments des régénérateurs, après le passage des gaz et de l'air, sera réduite à

$$\text{Calories } 604650 = 768600 - 163950.$$

Quand les régénérateurs possèdent 768600 calories, leur température *résultante* est de 1016 degrés ; quand ils n'en possèdent plus que 604650, on obtient la température *résultante* par la proportion

$$768600 : 604650 = 1016 : x$$
$$x = 800.$$

La température s'abaisse à 800 degrés et la variation est de 216 à multiplier par 0.85, pour tenir compte, comme nous l'avons calculé, de l'influence des parois, enveloppe des chambres à briques.

$$216 \times 0.85 = 184.$$

Variation : 184 degrés, au lieu de 187 degrés dans le premier cas.

Température des gaz dans la cheminée. — Nous pouvons calculer aussi quelle sera la température des gaz dans la cheminée.

Nous avons deux sources de chaleur : la combustion des gaz et les calories prises par eux et l'air comburant en traversant les régénérateurs.

Les quantités de chaleur prises aux compartiments dans lesquels l'air et le gaz montent doivent être rendues intégralement aux compartiments où les flammes descendent, et seule, la quantité de chaleur dégagée par la combustion directe peut être dépensée ; elle servira aux absorption et perte de chaleur du four, des régénérateurs et à la perte par la cheminée.

100 kilog. de houille donnent (pages 43 et 44) des gaz qui, en brûlant, dégagent 587391 calories. Si les gaz ont encore dans la cheminée 100 degrés, il y a par ce chemin

$100 \times 339.85 = 33985$ calories emportées, et le service du four nécessitera

$$587391 - 33985 = 553406 \text{ calories.}$$

Dans le deuxième cas, où l'on emploie le charbon de bois, 100 kilog. de houille pourront être remplacés par 87.30 kilog. de charbon, donnant 578 kilog. de gaz qui, en brûlant, dégagent (page 74)

$$\text{Calories } 587391 = 578.90 \times \frac{101472}{100}.$$

Le four nécessite 553406 calories. Il reste pour les gaz dans la cheminée 33985 calories.

333.26 étant la capacité calorifique des produits de la combustion de 578.87 kilog. de gaz (page 76), $57.46 \times 5.8 = 333.26$).

$$\frac{33985}{333.26} = 102 \text{ degrés.}$$

Les gaz brûlés du charbon de bois ont donc 102 degrés à la cheminée, quand ceux de la houille en ont 100. Si ceux-ci n'étaient refroidis qu'à 200 degrés, on trouverait, par le calcul, que la température des premiers serait 204.

En somme donc, à très-peu près, le même degré dans les deux cas.

Comme il est important que l'on se fasse une idée exacte de l'influence de la présence de la vapeur d'eau en plus ou moins forte quantité dans les gaz combustibles, examinons un cas plus défavorable que le précédent. Conservant les chiffres d'Ebelmen, au lieu de 3 grammes d'eau, admettons que, sur 100 en poids de gaz sec, il y ait 13 grammes d'eau accompagnant les gaz. Nous pourrions aussi bien supposer un excès d'un autre gaz inerte, d'acide carbonique, par exemple.

Composition du gaz, en poids :

Acide carbonique	3.63
Oxyde de carbone	30.11
Hydrogène	1.11
Azote	59.15
	100.00

Et 13 grammes de vapeur d'eau.

Composition de gaz moins riches en principes combustibles que les précédents. — Composition définitive du gaz, y compris l'eau, sur 100 en poids :

Acide carbonique	8.52
Oxyde de carbone	26.65
Hydrogène	1.00
Azote	52.34
Eau	11.49
	100.00

Calorique spécifique des gaz à brûler :

Acide carbonique.	8.52 × 0.2164	=	1.84
Oxyde de carbone.	26.65 × 0.2479	=	6.61
Hydrogène. . .	1.00 × 3.4046	=	3.40
Azote	52.34 × 0.2440	=	12.77
Eau.	11.49 × 0.4750	=	5.46
			30.08

Air nécessaire + 20 p. c.

Oxygène.	27.87 × 0.2182	=	6.08
Azote. .	93.38 × 0.2440	=	22.78
			28.86

30.08
+ 28.86

58.94 calorique spécifique total des gaz à brûler et de l'air.

Nombre de calories développées en brûlant :

Oxyde de carbone	26.65 × 2400	=	63960
Hydrogène. . .	1 × 29000	=	29000
		Cal.	92960

Gaz de la combustion, y compris 20 p. c. d'air en plus :

Acide carbonique.	50.40
Eau.	20.49
Azote	145.72
Oxygène	4.64

Calorique spécifique des gaz brûlés :

Acide carbonique.	50.40 × 0.2164	=	10.89
Eau.	20.49 × 0.4750	=	9.73
Azote	145.72 × 0.2440	=	35.56
Oxygène	4.64 × 0.2182	=	1.01
			57.19

Température de combustion 1625 degrés $= \frac{92960}{57.19}$.

100 en poids du gaz donnent :

92960 calories.

Or, dans le cas de la houille (page 43), 602 de gaz venant de 100 kilog. de houille produisent 587391 calories :

$$602 : 587391 = 100\,x : 92960$$
$$x = 0.9527.$$

Équivalent de 100 *de gaz de la houille.* — 100 en poids du gaz considéré ne valent que 95.27 du gaz venant de la houille, ou, ce qui revient au même, 100 de gaz de la houille peuvent être remplacés par 104.96 de gaz de charbon de bois.

Nous avons vu (page 79) que 100 en poids des gaz de la houille et l'air comburant, après avoir emprunté aux régénérateurs 73145 calories, de quoi surhausser la température de combustion de 1295 degrés, avaient une température initiale de 3023 degrés et introduisaient dans le four 170715 calories.

Si l'on emploie les gaz du charbon de bois, il en faudra 104.96 kilog. pour remplacer 100 kilog. des gaz de la houille.

Ces 104.96 kilog. donnent :

$$92960 \times 104.96 = 97570 \text{ calories}$$

par la combustion, et une température de 1625 degrés.

Le calorique spécifique de 100 de gaz combustibles et de l'air comburant étant ici de 58.94,

Celui de $225.75 \times \frac{104.96}{100} = 236.95$ kilog. de gaz

sera 139.66.

Les gaz, en traversant les régénérateurs (pages 53 et 78),

se chargeront d'une quantité de calories proportionnelle à leur capacité calorifique totale; nous posons en conséquence :

$$139.66 : 130.79 = x : 165125.$$

130.79, capacité calorifique de 225.75 kilog. de gaz de la houille, et 165125, nombre de calories prises en traversant les régénérateurs

$$x = 176200.$$

Quantité et degré de chaleur que prennent les gaz en traversant les régénérateurs. — Les gaz combustibles et l'air pour les brûler auront ainsi une température de :

$$\frac{176250}{139.66 = 236.95 \times \frac{58.94}{100}} = 1262 \text{ degrés.}$$

Accroissant la température des flammes de $\dfrac{176200}{236.95 \times \dfrac{57.19}{100}}$ = 1300 degrés.

En somme, dans le four on aura une chaleur de

$$1625 + 1300 = 2925 \text{ degrés.}$$

Et 97570 + 78035 = 175605 calories, pour 104^{k},96 de gaz $\left(1300 \times \frac{57.19}{100} \times 104.96 = 78035.\right)$

Nous savons que 100 kilog. de houille donnent 602 kilog. de gaz (page 40); 100 kilog. de charbon de bois, dans le cas que nous considérons, donnent 728 kilog. de gaz; en effet, nous avons dans la composition des gaz, sur 100, 8.52 d'acide carbonique contenant 2.32 de carbone, et 26.65 d'oxyde carbonique renfermant 11.41 de carbone, en tout 13.73 de carbone.

Or, posant

$$13.73 : 100 = 100 : x$$
$$x = 728 \text{ kilog.}$$

Pour équivaloir 602 de gaz de la houille, il faut en gaz de charbon de bois

$$602 \times \frac{104.96}{100} = 631.86$$

Et pour savoir combien de kilogrammes de charbon de bois remplaceraient 100 kilog. de houille, nous poserons la proportion

$$728 : 100 = 631.86\, x$$
$$x = 86.80.$$

Économie réalisée, comparativement à l'emploi des gaz de la houille, par l'usage des gaz du charbon de bois, gaz accompagnés d'une forte proportion de fluides inertes, vapeur d'eau ou acide carbonique. — 100 kilog. de houille peuvent être remplacés par 86.80 kilog. de charbon de bois, *économie* 13.20 p. c. (1).

Variation dans la température des régénérateurs. — Cherchons la variation dans la température moyenne des régénérateurs.

37.50 kilog. de houille à brûler par demi-heure, entre deux renversements de valves, peuvent être remplacés dans ce cas-ci par

$$\frac{37.50 \times 86.80}{100} = 32.55 \text{ kilog.}$$

(1) On obtient une économie de 13.20 p. c., comparativement à l'emploi de la houille, en se servant de gaz de même composition que dans le premier cas (page 74), sauf que les derniers gaz contiennent une plus forte proportion de gaz inertes que les premiers, qui n'ont donné, comparativement à la houille, qu'une économie de 12.70 p. c. Ce fait d'obtenir une plus forte économie en se servant de gaz moins riches, qui paraît étonnant au premier abord, provient de ce que les gaz moins riches se trouvant en plus grande masse se chargent d'une plus grande somme de chaleur en traversant les régénérateurs, utilisent mieux la chaleur emmagasinée dans les régénérateurs. Voir le raisonnement de la page 95.

32.55 kilog. de charbon de bois fournissent 236.96 kilog. de gaz, et ces gaz, ainsi que l'air, avec l'excès de 20 p. c., prendront, pour augmenter la température de combustion de 1300 degrés :

$$1300 \times \frac{57.19}{100} \times 236.96 = 176200 \text{ calories.}$$

La quantité de chaleur des deux compartiments des régénérateurs, après le passage du gaz et de l'air, sera réduite à

$$592400 = 768600 - 176200.$$

Quand les générateurs possèdent 768600 calories, leur température résultante est de 1016 degrés; quand ils ne possèdent plus que 592400 calories, on obtient la température moyenne par la proportion

$$768600 : 592400 = 1016 : x$$
$$x = 783$$

La température s'abaisse à 783 degrés et la variation est 233 degrés, à multiplier par le coefficient de réduction 0.85, pour tenir compte de l'influence des parois qui enveloppent les chambres à briques :

$$233 \times 0.85 = 198 \text{ degrés.}$$

Variation : 198 degrés au lieu de 187 dans le premier cas.

Température des gaz dans la cheminée. — Quelle sera la température des gaz dans la cheminée?

100 kilog. de houille peuvent être remplacés par 86.80 kil. de charbon de bois donnant $\frac{728}{100} \times 86.80 = 631.90$ kilog. de gaz qui, en brûlant, dégagent :

$$\text{calories } 587391 = \frac{92960}{100} \times 631.90.$$

Comme nous l'avons calculé, dans un raisonnement antérieur (page 82), analogue à celui-ci, le service du four nécessite 553406 calories. Il reste, pour les gaz dans la cheminée,

$$587391 - 553406 = 33985 \text{ calories.}$$

$$\frac{33985}{361.38} = 94 \text{ degrés.}$$

361.38, calorique spécifique de 631.90 kilog. de gaz,

$$631.90 \times \frac{57.19}{100} = 361.38.$$

Les gaz brûlés du charbon de bois auront donc 94 degrés dans la cheminée quand ceux de la houille en auront 100, et l'on trouve qu'ils en auraient 188 quand les derniers en auront 200.

Si nous remarquons que la température initiale étant moindre dans le four, le degré de chaleur moyen qui en dépend sera aussi moindre, et qu'ainsi la transmission des parois sera diminuée, nous arriverons à reconnaître que les gaz dans la cheminée auront plus de 94 degrés, et très-sensiblement 100 degrés.

III

Considérations sur les résultats donnés par les calculs dans les différents cas analysés. — Nous avons trouvé qu'avec le gaz de la houille traversant les régénérateurs, dont nous avons vu les dimensions et la température, on obtenait 3023 degrés de chaleur initiale moyenne entre deux renversements de valves. Cette température initiale tombe immédiatement de beaucoup par les absorptions et pertes de chaleur de toute espèce, mais c'est d'elle que dépend l'intensité de la chaleur du four. Nous avons fixé cette intensité de chaleur à 1800 degrés, appréciation qui nous paraît très-admissible : 1800 degrés est la chaleur moyenne dans tout le four, et les flammes entrant dans les régénérateurs ont encore au moins 1600 degrés.

Si 3023 degrés de température initiale déterminent une chaleur moyenne dans le four de 1800 degrés, les chaleurs maximum et minimum seront respectivement 1878 et 1722 degrés; en effet (page 57), nous savons que la température initiale maximum est 3154 degrés $= 1728 + 1426$, et la température minimum $2892 = 1728 + 1164$.

Posant la proportion :

$$3154 : 3023 = x : 1800$$

$x = 1878$ degrés, température maximum.

$$2892 : 3023 = y : 1800$$

$y = 1722$ degrés, température minimum.

Nous avons trouvé (page 79) que les gaz venant du charbon de bois, produits avec intervention de l'eau, première analyse, avaient une température initiale de combustion de 3080 degrés = 1765 + 1315.

Nous obtenons par la proportion

$$3080 : 3023 = x : 1800$$
$$x = 1834 \text{ degrés température moyenne.}$$

La température maximum correspondra au degré de chaleur initiale maximum.

Or ce degré de chaleur initale maximum se compose de la chaleur donnée par la combustion et du maximum de chaleur prise aux régénérateurs : la première se monte à 1765 degrés ; la seconde s'obtient (voir page 57) par la proportion

$$1315 : 922 = x : 1016$$
$$x = 1449.$$

Température initiale maximum :

$$3214 \text{ degrés} = 1765 + 1449,$$

d'où la température maximum dans le four s'obtiendra en posant :

$$3214 : 3023 = x : 1800$$
$$x = 1914.$$

Le minimum sera 1754 degrés.

Nous avons trouvé pour les gaz du charbon de bois produits avec intervention de l'eau, 2e analyse (page 86), 2925 degrés comme température initiale moyenne. Par les mêmes considérations qu'auparavant, on arrive à trouver que la température moyenne dans le four se monte à 1742 degrés, avec un maximum de 1820 et un minimum de 1664 degrés.

De l'intervalle de temps entre les renversements de valves et de la variation dans la température. — Comme nous avons

fixé à 1600 degrés la température à laquelle le fer devait être porté, nous voyons que, grâce à l'action des régénérateurs, les gaz combustibles des trois sources analysées peuvent convenir. Il y aura seulement une légère économie de temps sur la durée nécessaire à l'échauffement, si la matière est plongée dans un milieu à 1833 degrés au lieu de 1742. Et encore cette différence de température peut être rachetée facilement en étendant l'action des régénérateurs. En effet, nous avons raisonné dans l'hypothèse d'un renversement de valves qui a lieu toutes les demi-heures. Ces renversements fréquents sont à recommander quand on veut conserver une température aussi uniforme que possible; on a alors peu de variation dans la température du four; mais, dans la plupart des cas, il sera avantageux de n'opérer des renversements qu'à des intervalles plus longs, au bout d'une heure, de deux heures même, de reprendre assez complétement la chaleur emmagasinée par les briques dans les compartiments où le gaz monte, et d'échauffer fortement les briques des chambres où les flammes descendent. Il est vrai qu'on produira de cette façon une variation considérable dans la température du four; mais les régénérateurs seront à même de fournir pendant un certain temps une température très-élevée aux gaz combustibles et à l'air qui les traversent. On pourrait racheter, par ce moyen, la pauvreté relative de la nature d'un gaz, en compensant par les régénérateurs le déficit que laisserait la température propre de combinaison. Cela permettrait aussi d'obtenir, avec les gaz, un très-haut degré de chaleur pendant un certain laps de temps.

Les régénérateurs se prêteront économiquement à ce travail, tant que les gaz n'atteindront pas la cheminée avec un degré de chaleur trop élevé.

D'un autre côté, la variation dans la température du four sera souvent un bien plutôt qu'un mal, si l'on sait s'en servir

d'une manière appropriée. Qu'il s'agisse de réchauffage du fer, de la fusion de l'acier, il y a l'instant de l'enfournement de la matière froide, suivi d'un échauffement progressif. Pendant cette période de premier échauffement, il est inutile et même nuisible d'avoir la température maximum. La haute chaleur que peuvent apporter les flammes ne doit arriver qu'après que le corps aura déjà acquis une certaine quantité de calorique, et que la différence de température entre l'atmosphère du four et ce corps se sera trop abaissée pour pouvoir continuer à rester dans des relations convenables. L'instant du renversement des valves ne doit donc pas coïncider avec l'enfournement de la matière; mais, au contraire, le renversement ne doit se faire que pour amener le coup de feu, l'excès de chaleur nécessaire au chauffage complet.

On suit, du reste, la même règle dans les fours ordinaires de réchauffage du fer. Après la charge qui vient de passer au laminoir, on refait la sole du four, on nettoie les grilles, on procède à l'enfournement, et, quand il est terminé, la chaleur du four est sensiblement tombée ; on la relève progressivement. Outre qu'en opérant ainsi on évite de brûler les parties extérieures des masses soumises au chauffage, il y a économie de combustible, car la transmission du four est en certain rapport avec la température intérieure et elle augmente avec elle.

C'est donc entrer tout à fait dans l'esprit du système que de régler les appareils de façon à en retirer, dans des moments choisis, le degré de chaleur le plus élevé. Si nous avons à fondre une masse d'acier qui demande une température finale de 2200 degrés, nous devrons ménager le travail de façon que les régénérateurs, surélevant la température de combinaison des gaz d'une façon modérée dans les commencements de l'opération où la différence de chaleur entre les gaz et la matière est toujours considérable, puissent, par le renversement des

valves, donner leur maximum d'action et conserver cette différence de chaleur aussi forte que possible.

Utilisation maximum de la chaleur emmagasinée dans les régénérateurs. — Dès que nous n'avons plus à craindre la variation de la température dans les régénérateurs, mais que nous pouvons en user, il est facile de démontrer que plus cette variation est grande, plus nous profitons des ressources que les régénérateurs tiennent à notre disposition, et plus nous pouvons économiser de combustible. Les quatre compartiments des régénérateurs, le régime établi, possèdent, en effet, une somme de calories disponibles, et que nous *payons*, que nous nous en servions ou que nous ne nous en servions pas, par la quantité de chaleur perdue, transmise des parois. Il est clair que si nous faisons passer à travers le four, des deux compartiments où les fluides montent aux deux compartiments où ils descendent, et dans le même temps, dans un cas 200000 calories et dans l'autre 400000, nous aurons dans ce dernier travail, et sans frais supérieurs, utilisé tout autrement la puissance emmagasinée dans les régénérateurs, et comme la quantité de gaz à brûler dépend de la masse des matières en œuvre et de la température à laquelle elle doit être portée, pour une même masse de matière, on devrait pouvoir modifier la nature du gaz suivant la température à obtenir; et, pour augmenter dans tel cas la quantité de gaz à employer, choisir des combustibles de moindre qualité ou diminuer la richesse des gaz en principes combustibles en les diluant dans des gaz inertes, *autant que le permet le degré de chaleur que l'on doit atteindre dans le four.* Il faut bien se figurer qu'on ne doit pas tendre à maintenir dans tous les fours la plus haute chaleur possible : la chaleur doit être proportionnée à l'effet à produire. Il serait peu économique de fondre de la fonte dans les mêmes fours et

avec les mêmes charbons que ceux que l'on emploie pour la fabrication de l'acier, à moins que l'on ne cherchât à donner à la fonte une température de beaucoup supérieure à celle de son point de fusion. La quantité de chaleur utilisée n'est toujours qu'une portion assez faible de celle qui est dégagée, et les pertes sont d'autant plus fortes que la matière est portée à une température plus élevée.

Considérations sur la forte quantité de gaz inertes qui accompagnent les gaz combustibles dans le dernier cas analysé. — La dernière analyse de gaz que nous avons étudiée (page 83) comprenait une quantité de vapeur considérable, 11.49 p. c., qui peut être remplacée par une quantité d'acide carbonique plus grande, vu les différences de calorique spécifique des deux corps.

0.4750 étant le calorique spécifique de la vapeur d'eau, et 0.2164 celui de l'acide carbonique,

11.49 parties de vapeur d'eau peuvent être remplacées par

$$11.49 \times \frac{0.4750}{0.2164} = 25.23 \text{ parties d'acide carbonique.}$$

La composition des gaz deviendrait par cette permutation :

Acide carbonique	33.75
Oxyde de carbone	26.65
Hydrogène	1.00
Azote	52.34
	113.74

Sur 100 parties :

Acide carbonique	29.67
Oxyde de carbone	23.43
Hydrogène	0.88
Azote	46.02
	100.00

Ce gaz renferme donc seulement 24.31 parties combustibles et 75.66 parties composées d'acide carbonique et d'azote, gaz inertes. A l'aide des régénérateurs, nous obtiendrons encore, comme nous l'avons vu page 91, une température initiale maximum de 3057 degrés, nous donnant 1820 degrés de chaleur dans le four, chaleur très-élevée et supérieure déjà à celle que demandent beaucoup d'industries.

La plupart des combustibles pourront nous fournir aisément des gaz qui vaudront au moins ceux-là. Voici la composition, très-peu différente, de ceux qui servent à Munkfors, en Suède, dans les usines de M. F. Lundin, au réchauffage du fer.

Composition des gaz à l'usine de Munkfors, en Suède, en poids :

Acide carbonique	19.60
Oxyde de carbone	20.80
Hydrogène	0.87
Gaz des marais	2.40
Azote	56.33
	100.00

24.07 parties combustibles et 75.93 gaz inertes.

Ce gaz est produit avec de la sciure verte, contenant 45 p. c. d'eau hygrométrique. Le gazogène, système Ekman, est soufflé, et l'on condense l'eau entraînée par les gaz en la faisant passer d'abord sous des pommes d'arrosoir qui dispersent l'eau en de nombreux jets, et ensuite à travers une chambre où se trouvent superposées des barres de fer, en claire-voie, laissant des interstices pour le passage des gaz. De l'eau tombe sur ces barres de fer et les refroidit constamment. Les gaz, avant de passer à travers ces condenseurs, contiennent, pour 100 en poids de gaz secs, 33 en poids d'eau ; après le passage, seulement 2 parties. On condense, avec l'eau qui accompagnait les gaz, 160 litres de goudron par semaine. La pression du

gaz dans les conduits est de $0^m,003$ d'eau. Sa température, au sortir du générateur, est de 400 à 450 degrés, et, à l'entrée des régénérateurs, de 20 degrés. La température initiale dans le four est de 3100 degrés, et les gaz à la cheminée ont encore 300 degrés.

Inconvénients que présente le gazogène Siemens pour l'emploi de la vapeur d'eau en forte proportion. — Nous avons vu qu'on arrivait à une économie d'environ 13 p. c., en poids, sur l'emploi de la houille par l'usage de charbon de bois ou de coke, transformé en gaz combustibles par l'air avec le concours de la vapeur d'eau employée en forte proportion. Comparativement à ce que donnerait un combustible sec, charbon de bois ou coke transformé en gaz par l'air seul, nous avons aussi vu qu'on aurait 18 p. c. d'économie (pages 65 et 80). L'usage de la vapeur d'eau doit donc être préconisé. Jusqu'à présent on a trouvé à son emploi d'assez grandes difficultés, mais cela tient uniquement au système de gazogène de MM. Siemens, qui ne convient nullement dès qu'on veut faire intervenir l'eau. Dans le gazogène Siemens, la combustion du charbon sur la grille nécessite un tirage amené par la chaleur que doivent posséder les gaz à leur sortie du gazogène, et c'est par le refroidissement des gaz qu'on obtient la pression nécessaire de dedans en dehors. On n'obtiendrait plus cette pression si l'on utilisait la chaleur pour décomposer de l'eau. De plus, un mélange de vapeur d'eau et d'air arrivant sur le charbon voisin de la grille ferait tomber la température là où la combustion doit être active, et arrêterait ainsi la marche du générateur : introduite dans l'intérieur de la masse de combustible, vu la mauvaise disposition du gazogène Siemens pour ce genre de travail, la majeure partie de la vapeur aurait chance de ne pas agir et de refroidir les couches de charbon de façon à empê-

cher en partie la réduction de l'acide carbonique, aussi bien de celui venant des réactions de l'air que de celui qui est produit par l'oxygène de l'eau. Or c'est là un point à éviter soigneusement. L'acide carbonique accompagne constamment les gaz combustibles : la vapeur d'eau, au contraire, peut être condensée presque en totalité dans les conduits avant d'arriver aux régénérateurs, et ainsi elle n'altère pas la richesse du gaz.

Générateur soufflé; forme des hauts fourneaux. — Le gazogène qui me paraît le plus pratique est un four à cuve, en forme de haut fourneau, dans les dimensions, en supposant qu'on y brûle du coke, par exemple, de 4 mètres de hauteur totale, $1^m,20$ de diamètre au ventre, $0^m,60$ au gueulard. Le creuset, de $0^m,50$ de diamètre, cylindrique droit sur une hauteur de 2 mètres, aurait une tuyère à $0^m,40$ du sol par où on introduirait l'air dans le fourneau, et autant que possible de l'air chauffé à 200 ou 300 degrés. A $0^m,60$ plus haut se trouverait, comme le propose Ebelmen, la tuyère introduisant la vapeur d'eau. Dans le but d'éviter qu'une certaine partie de l'acide carbonique formé par la vapeur d'eau ne s'échappe du générateur sans être réduit en oxyde de carbone, on pourrait, à $0^m,40$ plus haut que l'orifice lançant la vapeur, placer une troisième tuyère à vent, d'orifice beaucoup plus petit que la première, et par où l'on admettrait une faible proportion d'air, 1/8 à 1/10 de la quantité totale qu'on veut introduire. On créerait à cette place un second foyer restreint où l'on transformerait en oxyde carbonique une certaine quantité de carbone, et développerait un surcroît de chaleur qui assurerait la réduction de tout acide carbonique en oxyde sans qu'il y ait à craindre d'altérer la marche de l'appareil en amenant à cette hauteur la fusion des cendres. Dans ce générateur à cuve on fondrait les cendres du combustible en ajoutant du laitier de

fourneau, un peu de chaux, un peu de scories de forges ou de riblons qui retiendraient, en outre, le soufre, si le combustible était sulfureux. Le vent soufflé permettrait d'obtenir, plus efficacement que par le refroidissement dans le *cooling tub,* une pression, dans les régénérateurs et le four, du gaz dont on aurait utilisé la chaleur : on pourrait aussi alimenter la combustion du gaz dans le four par de l'air soufflé, et ainsi modérer sa proportion comme celle du gaz. Grâce à cette pression, augmentée à volonté, nous pouvons faire circuler les gaz dans un laveur assez long pour qu'ils y abandonnent les poussières en suspension dans le courant. Dans un fourneau à cuve, on transformerait sans difficulté en gaz les combustibles maigres, le petit coke, etc., les charbons sales; 20 p. c. de cendres, pour fondre, ne prendraient pas, par tonne de houille brûlée, plus de 25 kilog. de charbon, soit 2 1/2 p. c.

Le four à cuve aurait sur un gazogène à grille le grand avantage de pouvoir être conduit d'une manière certaine, sans difficulté sérieuse, et l'on ne serait plus, pour la génération du gaz, la partie essentielle du procédé, à la merci du travail plus ou moins inhabile d'un ouvrier.

Comparaison des utilisations du combustible au four à chauffer le fer du système Siemens et au four ordinaire. — Nous avons étayé une partie des calculs précédents sur les données relatives au four à chauffer de l'usine de Sougland. Nous pouvons ajouter quelques considérations dans le but de comparer les effets utiles que l'on obtient dans cette usine en employant, pour le même four et dans les mêmes conditions, d'un côté le chauffage au gaz et le système Siemens, et d'un autre la houille sur une grille de foyer ordinaire. Nous nous occupons seulement de la question du combustible, et non du déchet, du temps que le fer reste dans le four, etc.

Pour chauffer les 9000 kilog. de fer ébauché donnant 5600 kilog. de bidons rognés (p. 45), on brûlait, à Sougland, sur une grille ordinaire, 3400 kilog. des meilleures houilles de Mons, soit 377.80 p. c. du fer enfourné.

1° Nous avons supposé 10 p. c. de cendres à la houille transformée en gaz. Nous devons rester dans les mêmes conditions. Déduisons-les du poids de houille :

$$3400 - 340 = 3060.$$

On consomme par 24 heures 3060 kilog. de houille sans cendres.

Par demi-heure $\frac{3060}{48} = 63.75$ kilog. de houille susceptibles de donner en brûlant complétement, si l'on suppose cette houille de même nature que la première (p. 42),

$$63.75 \times 8630 \text{ calories} = 550160 \text{ calories.}$$

Nous avons à introduire dans la question un élément nouveau : c'est la production de vapeur au moyen des flammes perdues des fours à chauffer le fer, moyen d'utilisation devenu général aujourd'hui. D'après des expériences faites dans plusieurs usines, on peut admettre qu'avec des installations de chaudières faites dans des conditions ordinaires on obtient, par kilogramme de houille brûlée dans le foyer du four à chauffer, $2^k,25$ à $2^k,50$ de vapeur. Admettons le chiffre de $2^k,50$ de vapeur par kilogramme de houille sans en défalquer les cendres. On brûlait à Sougland, par 24 heures, 3400 kilog. de houille; on pouvait donc produire :

$$3400 \times 2.50 = 8500 \text{ kilog. de vapeur,}$$

soit, par demi-heure, 177 kilog. de vapeur ayant une chaleur totale de 115050 calories.

Les 550160 calories émises par la combustion se répartissent ainsi (p. 52) :

Le fer prend	34200	calories.
La transmission du four	134066	id.
La vaporisation d'eau	115050	id.
La perte par refroidissement des maçonneries entourant la chaudière et par la cheminée (par différence)	270844	id.

c'est-à-dire,

Fer	6.22 p. c.
Transmission du four . . .	24.37
Vaporisation d'eau	20.90
Perte	48.51
	100.00

Rappelons ici, comme points de comparaison, les chiffres analogues obtenus par l'emploi des gaz.

Des 221016 *calories que donnent en brûlant dans le four* les gaz combustibles provenant des 37.50 kilog. de houille, il y a (p. 52) :

	Calories.	
Évacuation par la cheminée . . .	25000	11.31 p. c.
Transmission des régénérateurs . .	27750	12.55
		23.86
Absorption par le fer	34200	15.48
Logé dans le four et pour la transmission de ses parois	134066	60.66
		76.14

Nécessairement nous devons regarder comme utilisées les quantités de chaleur logées dans le four et celles qu'absorbe le fer pour s'échauffer. Nous aurons, dans ce cas, 76.14 p. c.

des calories développées dans le four utilisées, et 23.86 de perte.

Dans le cas de la houille brûlée dans un foyer ordinaire, si l'on ne produisait pas de vapeur avec la chaleur perdue, l'utilisation relativement au pouvoir calorifique total de la houille ne serait que de 30.59 p. c. Avec la vaporisation d'eau, l'utilisation monte à la proportion de 51.49 p. c., laissant 48.51 de perte.

Utilisation relativement aux calories dégagées dans le four. — Ainsi, avec le chauffage Siemens, on utilise 76.14 p. c. *des calories dégagées dans le four*, et avec le chauffage ordinaire, 51.49.

Différence en faveur du chauffage Siemens : 24.65 p. c. *pour l'utilisation des calories dégagées dans le four.*

Utilisation relativement au poids de houille brûlée. — Mais les gaz combustibles ne sont produits dans le gazogène qu'au moyen d'une certaine chaleur dépensée, et nous avons calculé (page 52) que, *relativement au poids de houille brûlée, à la chaleur totale,* on utilisait 52 p. c. et perdait 48 p. c.

On voit donc que l'utilisation, *relativement au poids de houille employée,* devient la même sensiblement, 51.49 et 52 p. c. respectivement dans le chauffage ordinaire et le chauffage au gaz (1). Cette disparition du bénéfice que don-

---

(1) On arrive encore à cette déduction d'une autre façon : ainsi nous savons que dans le système Siemens, et ce chiffre a été notre base, il a fallu 2000 kilog. de houille à 10 p. c. de cendres, soit 1800 kilog. de houille sans cendres, pour amener au blanc soudant les 9000 kilog. de fer. Or, sur une grille ordinaire, pour le même travail, on a dépensé 3400 kilog. de houille à 10 p. c. de cendres, soit 3060 kilog. de houille sans cendres, et, à l'aide des flammes perdues, nous avons produit 8500 kilog. de vapeur. En comptant sur une production de vapeur de 7 kilog. par kilogramme de houille avec une chaudière ordinaire, les 8500 kilog. de vapeur demanderaient 1214 kilog. de houille. Soustrayant ces

nait le four Siemens est due à la perte de chaleur faite dans le gazogène, et le bénéfice reparaîtrait si l'on utilisait cette chaleur.

Comparaison en prenant d'autres bases. — 2° Faisons un nouveau raisonnement, analogue au premier ; seulement, considérons le charbon brûlé sur la grille comme du charbon ordinaire des usines à fer, contenant une proportion de cendres plus forte que 10 p. c.

Pour chauffer les 9000 kilog. de fer ébauché donnant 5600 kilog. de bidons rognés, on brûlait, à Sougland, sur une grille ordinaire, 3400 kilog. des meilleures houilles de Mons, soit 377.80 du fer enfourné.

Nous avons supposé 10 p. c. de cendres à la houille transformée en gaz. Les charbons d'usines contiennent jusqu'à 20 p. c. de cendres ; prenons 20 p. c. On retire aussi une certaine quantité de fraisil de la houille, 5 p. c. environ : bien que la différence entre la valeur du fraisil et celle de la houille soit très-notable, comptons le fraisil comme ayant une valeur égale à celle de la houille, et défalquons le poids de fraisil retrouvé du poids de houille brûlée.

Déduisons donc en tout, pour cendres et fraisil, 25 p. c. du combustible employé. C'est beaucoup, surtout que nous n'avons déduit que 10 p. c. pour le déchet du combustible fourni au four Siemens, qui va nous servir de point de comparaison.

Ce n'est pas qu'il n'arrive, dans la plupart des usines, qu'on recueille 25 p. c. de cendres, mâchefer et fraisil par le net-

---

1214 kilog. des 3060 kilog. de combustible, sans cendres, brûlés, on obtient le chiffre de 1846 kilog., approximativement le même que les 1800 kilog. nécessaires pour chauffer le fer dans le four Siemens.

toyage des grilles, mais ce fort déchet tient à la façon incomplète dont se fait la combustion sur la grille, au combustible qui se perd dans les mâchefers et les fines cendres, et non directement à la proportion des cendres.

Nous forçons donc les chiffres au détriment du four Siemens. En d'autres termes, nous supposons qu'on peut chauffer dans un four ordinaire les 9000 kilog. de fer avec une consommation par 1000 kilog. de 377 kilog. d'un charbon à 25 p. c. de déchet, ce qui est, du reste, possible dans un bon travail.

$$3400 - \frac{25 \times 3400}{100} = 2550.$$

On consomme par 24 heures 2550 kilog. de houille sans cendres.

Par demi-heure, $\frac{2550}{48} = 53.13$ kilog. de houille susceptibles de donner, en brûlant complétement, si l'on suppose cette houille de même nature que la première (page 42):

$$53.13 \times 8630 = 458500 \text{ calories.}$$

Admettons encore 2.50 kilog. de vapeur par kilogramme de houille sans défalquer les cendres :

$3400 \times 2.50 = 8500$ kilog. de vapeur par 24 heures, soit par demi-heure, 177 kilog. de vapeur, ayant une chaleur totale de 115050 calories.

Les 458500 calories émises par la combustion se répartissent ainsi (page 52) :

Le fer prend	34200 calories.
La transmission du four	134066 »
La vaporisation d'eau	115050 »

La perte par refroidissement des maçonneries entourant la chaudière et par la cheminée (par différence) . . . . 179184 calories, c'est-à-dire :

Fer	7.46 p. c.
Transmission du four . . .	29.24
Vaporisation d'eau	25.09
Perte	38.21
	100.00

Par l'emploi du gaz, nous avions obtenu (page 52) :

Évacuation par la cheminée	11.31 p. c.
Transmission des régénérateurs	12.55
	23.86
Absorption par le fer.	15.48 p. c.
Logé dans le four et pour la transmission de ses parois	60.66
	76.14

Les calories logées dans le four et celles qu'absorbe le fer pour s'échauffer étant les quantités de chaleur utilisées, on a 76.14 p. c. des *calories dégagées dans le four* utilisées, et 23.86 de perte.

Utilisation relativement aux calories dégagées dans le four. — Dans le cas de la houille brûlée dans un foyer ordinaire, si l'on ne produisait pas de vapeur avec la chaleur perdue, l'utilisation relativement au pouvoir calorifique total de la houille ne serait que de 36.70 p. c. Avec la vaporisation d'eau l'utilisation monte à la proportion de 61.79 p. c., laissant 38.21 de perte.

Ainsi, avec le chauffage Siemens, on utilise 76.15 p. c. des

calories dégagées dans le four, et avec le chauffage ordinaire, 61.79 p. c. Différence en faveur du chauffage Siemens : 14.36 p. c.

Utilisation relativement au poids du combustible brûlé. — Mais si nous comparons l'utilisation *d'un même poids de combustible brûlé*, nous avons, dans le système Siemens (page 52), 52 p. c. utilisé et 48 p. c. de perte; dans le four à foyer ordinaire, nous utilisons 61.79 p. c., donc une différence d'utilisation en sa faveur de 9.79 p. c.

Dans la comparaison que nous venons de faire entre le chauffage ordinaire et le chauffage au gaz, nous avons examiné deux cas : le premier, où nous supposions la même quantité de cendres aux combustibles employés dans les deux fours; le deuxième, où nous avons supposé qu'on faisait le même travail en brûlant au four Siemens 2000 kilog. de charbon à 10 p. c. de cendres, et au four ordinaire en consommant 3400 kilog. à 25 p. c. de déchet.

Dans ces deux cas nous avons admis que, par kilogramme de houille, sans en défalquer les cendres, on produisait 2.50 kilog. de vapeur. Ce chiffre nous a été donné par des expériences répétées sur plusieurs chaudières des systèmes vertical et horizontal, chauffées par les flammes perdues de fours à réchauffer le fer.

Des ingénieurs ont trouvé, comme résultat de leurs expériences sur le même sujet, jusqu'à 4 et 5 kilog. de vapeur par kilogramme de charbon brûlé sur la grille d'un four à réchauffer. Ces chiffres, le dernier surtout, me paraissent exagérés. En effet, avec les chaudières chauffées directement par un foyer, on obtient, dans de très-bonnes conditions, 7 kilog. de vapeur, et avec les plus perfectionnées, celles qui offrent une très-grande surface de chauffe, 8 kilogrammes de vapeur. Dans

ces foyers on entretient une combustion régulière et pas trop vive. Dans les foyers des fours de réchauffage, au contraire, on active le plus possible la combustion et l'on perd une notable partie de la houille dans les mâchefers et les cendres. Ordinairement on fait un déchet d'au moins 25 p. c., quand bien même la teneur en cendres ne dépasserait pas 10 à 15 p. c. De plus, les chaudières chauffées par les flammes perdues des fours sont toujours du plus simple système et offrent ordinairement un faible parcours de flamme, une faible surface de chauffe. Ce n'est donc pas avec un générateur dans ces conditions peu favorables et un combustible dont on perd une notable partie dans le cendrier, qu'on pourra vaporiser une forte proportion d'eau, après que le fer et la transmission du four auront pris tout d'abord 30 à 40 p. c. de la chaleur utilisable.

Répartition de la chaleur, en admettant une production de vapeur de 4 kilog. par kilogramme de houille. — Pour une utilisation exceptionnellement bonne, calculons ce que deviendraient les chiffres dans les deux cas précités, en admettant une consommation de 4 kilog. de vapeur par kilogramme de houille.

Voyons le premier cas :

On brûle 3400 kilog. de charbon par 24 heures.

3400 × 4 = 13600 kilog. de vapeur, ou, par demi-heure, 283 kilog. absorbant 183950 calories.

Les 550160 calories disponibles (page 102) se répartiraient ainsi :

	Calories.	
Le fer prend	34200	6.22 p. c.
La transmission du four prend.	134066	24.37
La vaporisation d'eau prend .	183950	33.43
Perte	197944	35.98
		100.00

L'utilisation monterait donc à 64.02 p. c.

Dans le deuxième cas :

Des 458500 calories dégagées

	Calories.	
(page 105), le fer prend . . .	34200	7.46 p. c.
La transmission du four prend.	134066	29.24
La vaporisation d'eau prend. .	183950	40.00
Perte	106284	23.20
		100.00

L'utilisation monterait à 76.80 p. c.

Les résultats sont plus ou moins favorables au four ordinaire, suivant les conditions que l'on admet pour calculer son effet utile. Il reste vrai, d'ailleurs, que si l'on parvient à brûler complétement la houille dans le foyer d'un four à chauffer, et à utiliser convenablement la chaleur des flammes pour la production de vapeur, il y aura nécessairement économie sur le chauffage Siemens qui, dans le gazogène, perd tout d'abord 30 p. c. de la chaleur totale que peut donner le combustible.

La perte qui, dans les fours ordinaires, diminue l'utilisation de la chaleur disponible se fait par la cheminée et les maçonneries entourant la chaudière.

Nous pouvons calculer approximativement le degré de température des flammes, à l'entrée du rampant, au sortir du laboratoire du four.

Calcul du degré de température des flammes à l'entrée du rampant dans un four ordinaire, en adoptant les bases ci-dessus. — La houille dans les foyers ordinaires donne, en brûlant, de l'acide carbonique et, en proportion variable, mais assez forte, de l'oxyde de carbone, en même temps que dans le courant se trouve de l'oxygène non brûlé qui échappe à toute combinaison.

L'intensité calorifique est amoindrie par ces différentes causes, et, pour en tenir compte, nous pouvons supposer, comme base, d'un côté, que les principes combustibles prennent un maximum d'oxygène, formant de l'acide carbonique et de l'eau, mais, d'un autre côté, admettre que ce résultat n'est obtenu qu'en introduisant, pour assurer la combustion, un excès d'air de 50 p. c. sur la quantité strictement nécessaire. Si nous nous rappelons que nous avons fixé à 20 p. c. l'excès d'air pour brûler les gaz dans le système Siemens, ce chiffre de 50 p. c. ne paraîtra pas exagéré, surtout si nous remarquons que, comme il n'y a plus, dans le chauffage ordinaire, de pression du dedans au dehors, par toutes les fissures du four, et quand on en ouvrira les portes, il s'engouffrera de grandes quantités d'air.

Par demi-heure on brûle 53.13 kilog. de houille dégageant dans la combustion complète 458500 calories (p. 105).

De ces 458500 calories,

le fer prend prend	34200
la transmission du four (1)	134066
	168266 calories.

Il reste 458500 — 168266 = 290234 calories.

Si l'on cherche la capacité calorifique des gaz de 100 kilog. de houille brûlés avec 50 p. c. d'air en excès, on trouve le chiffre de 394.35 calories.

Nous aurons le degré de température des gaz brûlés en posant

$$\left(\frac{394.35}{100} \times 53.13\right) x = 290234$$

$$x = 1385 \text{ degrés.}$$

(1) La température moyenne intérieure étant un peu moindre qu'avec les gaz et le système Siemens, la transmission du four est un peu moins forte que 134066, mais la différence peut être négligée.

La température des flammes s'échappant n'est donc plus que de 1385 degrés, tandis qu'avec le système Siemens nous pouvons facilement conserver dans tout l'intérieur du four la température à laquelle le fer doit être porté. Avec ce système on n'aurait donc pas besoin, comme dans le four ordinaire, de rapprocher les paquets de l'autel pour leur donner un coup de feu et les amener à la chaleur requise, ou du moins cela ne serait pas d'une nécessité absolue. Par la même raison on pourrait augmenter les dimensions du four à chauffer alimenté par les gaz, relativement à celles d'un four ordinaire.

Travail au four de Munkfors marchant au gaz provenant de sciure verte. — Voici quelques indications sur le travail du four à réchauffer le fer de Munkfors où est appliqué le système Siemens avec chauffage au gaz provenant de sciure verte, la sciure étant portée directement du sciage au four. Nous avons donné la composition de ce gaz, page 97. Le fer est échauffé fortement deux fois dans deux fours distincts avant d'être étiré au marteau en barres de dimensions voulues. Dans le four à sciure, par 24 heures, on chauffe 8500 kilog. de fer avec une consommation de $0^{m},76$ cube de sciure par 100 kilog. Ces $0^{m},76$ cube contiennent 38 kilog. de carbone et 100 kilog. d'eau environ. On considère que 50 p. c. du carbone se perdent dans le générateur. Le déchet sur le fer varie de 11 à 12 p. c.

Le premier réchauffage du fer se faisait d'abord dans un four où l'on brûlait, dans un gazogène soufflé du système Eckman, du bon charbon de bois à 8 p. c. d'eau. Aux 100 kilog. de fer on brûlait 97 kilog. de charbon. Le four à sciure qui l'a remplacé ne brûle que 38 kilog. de carbone, donc un tiers à peu près, et encore ces 38 kilog. sont-ils contenus dans un combustible très-humide. Le déchet aux anciens fours dépas-

sait le déchet au four à sciure de 1 p. c. La durée du réchauffage dans ces derniers est aussi considérablement réduite. Avec le four à sciure on est parvenu à étirer par semaine 57 tonnes de fer, tandis que, dans les anciens fours, le maximum était de 23 tonnes. La qualité du fer est au moins égale, plutôt supérieure. Le travail est régulier; le four n'a besoin d'être réparé que toutes les six semaines, et ces réparations n'exigent au plus que deux jours. La longue durée du four doit être attribuée à l'éloignement de la cendre. L'épaisseur de la voûte, de $0^m,10$, n'a diminué sur huit semaines que de 6 à 9 millimètres. Le plus souvent ce ne sont que les parties supérieures des régénérateurs qui ont besoin d'être changées. Les nettoyages des générateurs, condensateurs, tuyaux de conduite sont peu fréquents et ne donnent pas d'embarras (1).

---

(1) Nous empruntons les éléments de cette relation à une notice autographiée qui nous a été remise par M. L. Rinman, commissaire de la section suédoise à l'Exposition universelle.

M. Vicaire, ingénieur des mines, professeur à l'école des mineurs de Saint-Étienne, vient de publier, dans le *Bulletin de la Société de l'industrie minérale,* une note détaillée sur le four à sciure de bois de M. F. Lundin, à Munkfors.

Nous en extrayons ces quelques passages :

« Le laboratoire du four à réchauffer est disposé comme dans le four à charbon de M. G. Ekman, décrit dans le *Traité de métallurgie* du docteur Percy, tome IV, page 109. C'est une enceinte rectangulaire de $0^m,60$ sur $1^m,20$, recouverte d'une voûte très-basse, la hauteur au-dessus de la sole étant de $0^m,18$ seulement dans l'axe du four. L'un des côtés est percé de trous carrés d'environ $0^m,10$ de côté, au nombre de 6, qui servent à l'introduction des barres à chauffer. Le four préparatoire a une sole beaucoup plus étendue et des orifices d'introduction plus larges, au nombre de 4.

» L'accroissement considérable de la production est une conséquence naturelle de l'accroissement de la température du four. Dans les fours à charbon il n'y a que trois et même parfois que deux trous où le fer atteigne la chaleur sondante; dans le four Lundin, les six trous sont à une température uniforme et plus élevée qu'elle ne l'est, même dans les premiers trous du four Ekman.

» Au point de vue de la qualité du fer, la haute température du four de Lundin a aussi un avantage. Non-seulement le fer est, comme nous l'avons dit, mieux nettoyé, mais encore il se soude mieux et plus également. Aussi les forgerons de Munkfors apprécient-ils beaucoup le nouveau four. »

M. Vicaire entre, dans le cours de son travail, dans quelques développements très-intéressants au sujet des phénomènes de dissociation de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique à haute température, phénomènes étudiés par MM. Sainte-Claire Deville et Cailletet.

Four à réchauffer des usines Vulcain. — Nous donnons (pl. III, fig. 13, 14 et 15) le dessin du four à réchauffer monté aux usines Vulcain, à Stettin, par M. l'ingénieur Steinman. En plaçant, comme l'indiquent ces figures, les régénérateurs à côté du four au lieu de les mettre sous la sole, on peut leur donner de plus grandes dimensions et surtout augmenter la hauteur sans fouiller trop bas dans le terrain où l'on peut rencontrer de l'eau.

Un point qu'il est bon de signaler pour l'installation des fours dans les usines à fer, c'est de soustraire, autant que possible, les constructions au tremblement du sol résultant du choc de pesants marteaux pilons. Sous l'influence de ces chocs, les maçonneries des régénérateurs peuvent, au bout d'un certain temps, se disloquer, et le gaz et l'air se mélanger en lieu inopportun.

Application du procédé Siemens au four à puddler. — Appliqué au four à puddler, le système Siemens donne une économie de charbon analogue à celle du four à chauffer, un peu plus faible peut-être, parce que la température y est moindre, et que, comme nous l'avons dit, le chauffage Siemens donne des résultats d'autant plus économiques, comparativement aux autres systèmes, que la température à atteindre est plus élevée. La question d'économie du combustible au four à puddler a, du reste, fait un grand progrès par l'emploi des grands fours à puddler mécaniques, comme ceux de la maison de Wendel, à Stiring et à Moyeuvre, où l'on fait sur 24 heures 20 charges, de 400 kilog. de fonte chacune, fournissant 6500 à 7000 kilog. de fer, avec une consommation de 450 kilog. de houille aux 1000 kilog. de fer, là où, dans les anciens fours, avec la même fonte, le même charbon et les mêmes ouvriers, on produisait seulement 4000 à 4500 kilog.

de fer, en consommant 700 kilog. de charbon à la tonne de fer.

L'avantage qu'amène l'application du procédé Siemens au four à puddler se manifeste surtout dans l'amoindrissement du déchet, allant au moins à 3 p. c. d'après les résultats obtenus par les ouvriers de Stiring, travaillant de leur fonte habituelle sur le four à puddler, système Siemens, de MM. Servais rères, à Weilerbach. J'ai vu aux usines de Stiring les échantillons des fers obtenus, tant ébauchés que corroyés : ils étaient très-sensiblement supérieurs en qualité à ceux qui provenaient des mêmes fontes au travail ordinaire. Ce résultat est dû à la pureté de la flamme.

M. Siemens a donné dernièrement lecture, devant les sections de chimie et de mécanique de l'Association Britannique, à Norwich, d'une note sur le puddlage du fer. Se fondant sur ses propres observations, il affirme que le départ du silicium et du carbone de la fonte dans le procédé du puddlage ordinaire est entièrement dû à l'action des oxydes de fer fluides contenus dans le bain, et que le bain s'augmente d'une quantité équivalente de fer métallique réduit de ces oxydes. Mais ce gain est généralement reperdu par l'oxydation à laquelle est exposé le fer après qu'il a été obtenu par le départ du carbone, pendant qu'il est sous la forme d'une masse granulaire ou spongieuse et qu'on le réunit pour former les loupes.

200 kilog. de fonte qui, fondue dans le four à puddler, contiendrait 3 p. c. de carbone et 2 p. c. de silicium, devraient donner 222 kilog. de fer.

On peut aisément déterminer la quantité d'oxyde nécessaire.

En effet, l'oxyde de fer Fe^3O^4 a pour équivalent

$$3 \times 28 + 4 \times 8 = 116,$$

tandis que l'équivalent des 3 atomes de fer est

$$3 \times 28 = 84.$$

Il s'ensuit que, pour produire les 22 kilog. de fer réduit ajoutés au bain, il faudra :

$$\frac{116}{84} \times 22 = 30.4 \text{ kilog. de laitier.}$$

Il doit cependant rester dans le bain une quantité de laitier liquide suffisante pour former avec le silicium séparé du fer un silicate de fer tribasique, soit environ 30 kilog., faisant en tout environ 60 kilog. de battitures ou d'oxyde de fer que l'on devra ajouter, quantité que l'on dépasse généralement dans la pratique.

M. Siemens donne ensuite le résultat du travail dans un de ses fours à gaz et à chaleur régénérée (voir fig. 16, 17 et 18), et le résultat comparé, obtenu en même temps dans un four ordinaire avec la même fonte :

Charge totale des essais, au four Siemens. .	6928 kilog.
Rendement	6753 »

donnant une moyenne de 1025 kilog. de fonte par tonne de fer puddlé?

Au four ordinaire, la charge de 219 kilog. de fonte rendait 193 kilog. de fer, ou par tonne de fer puddlé il fallait 1135 kilog. de fonte.

10 à 12 p. c. de la fonte traitée gagnés sur le déchet, une meilleure qualité de fer, une plus grande rapidité de travail et une économie de combustible, telles sont les améliorations considérables de toute nature que M. Siemens annonce comme résultats de ses essais aux forges de Bolton, dans le Lancashire. Sans contester en rien l'exactitude des chiffres ni la valeur des expériences que nous venons de relater, nous sommes porté à croire que ces essais ont été l'objet de précautions tout exceptionnelles, un peu en dehors des exigences d'une pratique courante, et, nous plaçant au point de vue de

celle-ci, nous ne pouvons nous empêcher de faire suivre les résultats précités d'un signe d'interrogation.

Application du procédé Siemens à la fusion de l'acier. — C'est surtout à la fusion de l'acier que l'application métallurgique du procédé Siemens est la plus rationnelle, à cause de la haute chaleur nécessaire à cette opération et de l'oxydabilité du métal exposé à l'action des gaz. Nous extrayons du compte rendu de la lecture faite par M. Siemens devant l'association de Norwich les renseignements qui suivent sur la fusion de l'acier au creuset et la fusion de l'acier sur sole. Dans ce dernier travail, on fabrique de l'acier, espèce de métal homogène, au moyen d'additions de lingots de fer et d'acier de toute espèce à de la fonte en fusion sur la sole d'un four à réverbère.

Fusion en creusets fermés. — Dans l'application du four Siemens à la fusion de l'acier dans des creusets fermés (fig. 19, 20, 21, 22, pl. III, empruntées à la Berg und Hüttenmännischen Zeitung), la chambre de fusion, contenant généralement vingt-quatre creusets, est d'une forme oblongue, d'environ 1 mètre de largeur au fond, et rétrécie jusqu'à $0^{m},60$ en haut. Les parois de la chambre sont voûtées horizontalement et verticalement, afin de leur donner plus de résistance, et le tout est consolidé par des murs transversaux de distance en distance. Les pots sont disposés sur deux rangs dans la longueur du four, et la flamme circule autour d'eux, le gaz et l'air venant des régénérateurs, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, en face de chaque paire de pots.

La chambre de fusion est fermée par des couvercles mobiles en briques réfractaires. Pour opérer le chargement ou l'enlèvement des pots, on tire un peu ces couvercles en les enlevant

au moyen d'un levier suspendu à une poulie au-dessus du four. Les pots sont placés sur une sole de poussière de coke très-fine étendue sur des plaques de fer. La poussière de coke ne brûle que très-lentement, si c'est du coke dur écrasé très-fin, et elle présente le grand avantage de rester toujours à l'état de poudre sèche dans laquelle les pots restent bien droits, tandis que toutes les autres matières essayées, ou se ramollissent sous l'action de la chaleur intense, ou bien se fondent à la longue en une masse dure et inégale sur laquelle les pots ne peuvent se tenir.

Le procédé de fusion dans les fours à gaz de cette forme est le même, sous tous les rapports, que celui que l'on suit ordinairement dans les petits fours au coke, mais il réalise une grande économie sur le coût du combustible ainsi que sur le nombre des creusets employés.

La consommation ordinaire de coke dur, coûtant fr. 27-50 la tonne à Sheffield, varie de trois à quatre tonnes par tonne d'acier fondu, tandis qu'on obtient le même résultat dans le four au gaz avec 750 à 1000 kilog. de houille menue ne coûtant que de 7 à 10 francs la tonne; le coût du combustible est donc de fr. 6-50 environ au lieu de 90 francs par tonne d'acier fondu. Il y a encore une économie notable sur le nombre des creusets employés, vu que dans le four à gaz ils peuvent servir cinq, six et même dix fois, tandis que, dans les fours au coke, tout ce que l'on peut faire est de s'en servir deux ou trois fois. La garniture du four dure au moins quinze à vingt semaines sans réparations, en travaillant jour et nuit, tandis que, dans les fours au coke, elle ne dure que quatre à cinq semaines au plus.

Fusion sur sole. — Le four employé pour la fusion de l'acier sur sole est semblable à un four à puddler ou à réchauffer; la

flamme circule d'une extrémité à l'autre ; les régénérateurs sont placés transversalement au-dessous de la sole, qui est supportée par des plaques de fonte refroidies par un courant d'air. L'air entre sous les plaques de sole par devant et sort par deux petites cheminées de ventilation sur le derrière du four, près des extrémités.

Ce refroidissement de la sole est indispensable pour empêcher le laitier ou le métal fondu de couler dans les régénérateurs. La partie supérieure du four est entièrement faite en briques de Dinas (1).

Il y a trois portes sur le devant du four, une au milieu, au-dessus du trou de coulée, et les deux autres près des autels ; elles permettent de refaire la sole, lorsque cela est nécessaire, et de charger les bouts de lingots ou les morceaux pesants. A l'arrière du four sont disposées de petites cheminées incli-

---

(1) Méthode à suivre pour la construction des voûtes de fours à fondre en briques de Dinas posées à sec :

Les voûtes des fours à fondre l'acier sur sole doivent être faites avec des briques de Dinas de la meilleure qualité, faites exprès des matières les plus réfractaires.

Les meilleures briques encore obtenues pour ce but sont celles fabriquées exprès par MM. Allen et C°, de Hirwain (Glamorganshire), au prix de 80 francs les mille briques prises à l'usine.

Il est essentiel que ces briques soient gardées complétement à l'abri de l'humidité dès leur sortie du four de cuisson ; on les pose à sec et l'on remplit les joints uniquement avec du ciment de Dinas tamisé parfaitement fin.

On doit placer les briques avec soin sur les cintres, en employant des briques en coins concurremment avec les briques carrées, afin d'avoir partout des joints presque imperceptibles. Si les briques en coins sont de $0^m,230 \times 0^m,115 \times 0^m,065$ et $0^m,050$, on obtiendra facilement la courbure voulue en les alternant avec des briques carrées. Lorsque toutes les briques ont été mises en place, on tamise du ciment très-fin et sec sur l'extrados de la voûte et on le fait pénétrer entre les joints avec la brosse et la truelle.

On sèche le four très-lentement, à une chaleur sombre, avec du feu de bois ou de charbon, et l'on monte graduellement et soigneusement la température lorsque le gaz a été allumé, de peur de faire éclater et fendiller les briques.

Les briques de Dinas se dilatent, sous l'influence de la chaleur, de 1.25 p. c. environ, et l'on doit avoir soin, quand on chauffe un four nouveau, de desserrer peu à peu les boulons des armatures, pour éviter qu'ils ne se rompent par la dilatation des briques.

nées par lesquelles on peut facilement introduire les barres longues, telles que les vieux rails, et au-dessous sont les orifices de chargement de la fonte. La partie supérieure de ces cheminées est de niveau avec une plate-forme de chargement ménagée derrière le four.

La sole du four est faite de sable siliceux qui résiste parfaitement s'il a été bien choisi et traité convenablement.

Au lieu de charger dans le four le sable humide, comme on le fait d'ordinaire pour les soles des fours à réchauffer le fer ou à fondre le cuivre, il faut sécher le sable et l'introduire dans le four chaud par couches de 3 centimètres environ.

La chaleur du four doit être suffisante pour fondre la surface de chaque couche, c'est-à-dire qu'elle doit être celle du blanc soudant au commencement, et s'élever au moins jusqu'à la température de fusion de l'acier, à la fin, pour donner plus de solidité aux couches supérieures.

On doit avoir soin que la surface de la sole présente la forme d'un bassin peu profond, allant en s'approfondissant vers le trou de coulée. Quelques sables blancs, celui de Gornal, près Birmingham, par exemple, se prennent, dans ces circonstances, en une croûte impénétrable, capable de résister à 20 et 30 charges d'acier liquide sans avoir besoin de réparations essentielles. Si l'on n'a pas de sable convenable, on peut employer du sable blanc, de Fontainebleau, par exemple, intimement mélangé avec 25 p. c. environ de sable rouge ordinaire.

Pour faire la coulée, on enlève le sable qui n'est pas solidifié près du trou de coulée, jusqu'à ce qu'on atteigne la croûte dure. On perce ensuite au point le plus bas avec une barre pointue, et le métal fluide s'écoule de la partie la plus profonde et la plus chaude du bain dans la poche que l'on a amenée devant le four.

M. le Châtelier propose maintenant de mélanger la bauxite naturelle, dont était faite dès le début la sole du four d'essai construit chez MM. Boigues, Rambourg et C[ie], à Montluçon, avec environ 1 p. c. de chlorure de calcium en solution, et de mouler le mélange en masses dures, extrêmement réfractaires.

Lorsqu'on a ainsi préparé une sole dure et que l'on a élevé la température du four jusqu'au blanc, il est prêt à recevoir les matières à fondre.

Si ce sont des barres de fer ou de vieux rails de fer ou d'acier, on les coupe par longueurs de 2 mètres environ et on les introduit dans le four par les cheminées de chargement de la plate-forme, disposée à cet effet : leur extrémité inférieure vient reposer sur la sole même du four.

Si la capacité du four est telle que l'on puisse faire des charges de trois tonnes, on commence par introduire environ 300 kilog. de fonte grise par les orifices disposés *ad hoc* au-dessous des cheminées de chargement. Dès qu'il y a un bain de fonte fondue, les extrémités chaudes des rails ou barres commencent à se dissoudre, et les rails ou barres descendent graduellement. En fermant partiellement les ouvertures de ces cheminées de chargement, on laisse plus ou moins de flamme s'échapper du four, afin de chauffer les barres de métal avant leur entrée dans la chambre de fusion, dans le but de maintenir la haute température du four malgré l'introduction constante de matières froides.

Au fur et à mesure que les barres descendent par leur propre poids, on les remplace par d'autres barres jusqu'à ce que la quantité de métal chargé s'élève à environ trois tonnes; le tout est fluidifié au bout de quatre heures environ depuis le commencement de l'opération. De temps en temps on essaie le bain métallique au moyen d'un ringard que l'on introduit par l'une des portes de devant du four, et si le bain s'épaissit avant la

fin de l'opération, bien que la chaleur ait été maintenue, il est nécessaire de faire une addition de fonte.

Lorsque tout le métal est liquide, on prend un échantillon au moyen d'une petite cuiller en fer, et on le plonge dans l'eau froide, tandis qu'il est encore chaud. En cassant l'échantillon sur une enclume on peut facilement juger de sa qualité et de son degré de dureté. La cassure doit être brillante et cristalline, indiquant une très-petite proportion de carbone (moins de 0.1 p. c.), et le métal doit être doux et malléable, malgré son refroidissement subit.

On charge par les ouvertures de côté, sur les banquettes ménagées derrière les portes, de 5 à 8 p. c. de spiegeleisen (renfermant au moins 9 p. c. de manganèse); lorsqu'il est au blanc, on le pousse dans le bain où il fond, et on brasse alors un peu le bain pour lui donner de l'homogénéité, avant de procéder à la coulée comme il a été dit ci-dessus.

La quantité de carbone introduit par le spiegeleisen détermine le degré de dureté de l'acier produit, le manganèse étant nécessaire pour l'empêcher d'être cassant à chaud, à moins que l'on n'ait employé du fer de Suède ou de Styrie.

Lorsqu'on traite de vieux rails de fer ou des riblons de qualité inférieure, l'addition de manganèse ne suffit pas pour effectuer la purification nécessaire de l'acier produit; mais la liquidité parfaite du bain ainsi que le temps illimité pendant lequel on peut laisser réagir des agents chimiques offrent des avantages considérables pour l'introduction de matières capables de se combiner avec le soufre, le phosphore, le silicium ou l'arsenic, qui sont les ennemis que l'on a généralement à combattre.

Les essais faits jusqu'à présent ne sont pas complets; cependant, on a obtenu des effets très-sensibles par l'introduction dans le bain de litharge, concurremment avec des sels oxydants

à bases énergiques, tels que des nitrates, chromates, chlorates, stannates ou titanates de soude ou de potasse, etc., etc.

Le choix des réactifs et la quantité qu'on doit en employer dépendent naturellement de la nature et de la quantité des matières nuisibles qu'on veut éliminer.

Par le procédé qui vient d'être décrit, il sera facile de transformer les vieux rails de fer en rails d'acier de qualité suffisante, à un prix presque égal à celui que coûterait le laminage à nouveau en rails de fer. On peut se rendre compte facilement du faible coût de cette transformation en songeant qu'elle réclame excessivement peu de main-d'œuvre, que le déchet ne dépasse pas 5 à 6 p. c., et qu'il suffit de 600 à 700 kilog. de houille par tonne d'acier fondu.

Effets produits par la chaleur obtenue dans les fours Siemens. — M. Siemens a cherché à déterminer, au moyen d'un pyromètre fondé sur les résistances électriques, les températures obtenues dans ses fours. Il estime que le blanc soudant est vers 1600 degrés et la température des fours à fondre l'acier vers 2200 degrés centigrades. On peut juger, par le fait suivant, les effets de ce degré de chaleur.

Un lingot d'acier dur pesant environ 300 kilog. fut introduit dans le four pour être incorporé dans le bain d'acier; il était presque froid, et on le laissa quinze minutes sur la banquette dans le four avant de le pousser dans le bain, où il fut complétement dissous en quinze minutes; il fut donc chauffé et fondu en une demi-heure. Un cube de fer d'environ $0^m,20$ de côté, pesant 60 kilog., fut aussi introduit froid dans le four; on le laissa sur la banquette du four dix minutes pour le porter extérieurement au blanc, puis on le poussa dans le bain où il devint tout à fait liquide en douze minutes. On doit observer que ces résultats ont été obtenus sans fort tirage,

la flamme étant assez douce pour ne pas oxyder le métal qui n'était pas protégé, et que l'on pouvait maintenir plusieurs heures à l'état d'acier liquide sans aucune addition de carbone.

Application du système Siemens aux fours à zinc. — Le procédé Siemens peut aussi s'appliquer utilement aux fours à zinc des deux systèmes, liégeois et silésien.

Le système silésien, surtout, par la disposition et les dimensions des appareils, et par sa plus grande consommation de combustible, s'y prête avantageusement. Dans les usines où on l'a appliqué, tout en réalisant une économie sur le combustible, on a obtenu un rendement supérieur, dû surtout à une moindre casse des moufles.

Comme nous l'avons déjà dit au commencement de ce travail, une disposition permettant le nettoyage des régénérateurs est ici toute de rigueur pour enlever le blanc de zinc qui vient se condenser dans les chambres à briques. Le nettoyage des compartiments à air doit être régulier; il se fait ordinairement tous les mois et l'on y recueille une quantité assez notable de poussières. Dans les compartiments à gaz, l'oxyde de zinc est réduit par les gaz réducteurs et le zinc volatilisé; quand les rangées de briques du bas sont à une certaine température, on peut même ne pas avoir du tout de dépôt dans ces chambres et n'y opérer que de rares nettoyages. Si le bas des régénérateurs est suffisamment refroidi, il peut s'y être condensé des poussières sur quelques étages de briques.

Nous donnons, planche IV, les plans d'un four silésien avec régénérateurs.

La planche V indique deux modes, qui ont été essayés, d'application du chauffage par le gaz au four liégeois. Le mode à flamme renversée, semblable à celui du four à moufles silésien, est le plus recommandable.

Les fig. 29, 30, 31, 32, pl. V, représentent un four contenant 80 creusets d'un mètre de long et de 0^{m},33 de diamètre extérieur; 40 creusets par face, répartis sur cinq lignes de hauteur. Dans un essai subséquent, on avait mis sept lignes de creusets de 0^{m},30 de diamètre, ce qui portait à 112 le nombre des creusets pour les deux faces opposées d'un même four. On avait, en même temps, augmenté considérablement la hauteur des régénérateurs : on l'avait portée de 1^{m},70 à 2^{m},75, sans y comprendre les canaux inférieurs qui amènent les gaz. La marche dans ce second cas a été plus avantageuse que dans le premier, bien que la réduction du minerai fût moins complète.

Avec une hauteur des régénérateurs de 2^{m},75, laissant, en soustrayant la capacité du vide supérieur, 2^{m},25 pour l'étendue, en hauteur, du jeu de briques, on refroidissait la flamme au point de pouvoir tenir la main sur plusieurs des rangées inférieures des briques, tandis que les rangées supérieures étaient au rouge blanc.

Dans l'établissement où l'on a essayé ces applications du four liégeois, on a renoncé à ce genre de travail. A des périodes où le four marchait bien et donnait d'excellents résultats en succédaient d'autres beaucoup moins profitables. On n'a pu, finalement, maintenir une allure bien régulière pendant un temps suffisant. Les dépôts de blanc de zinc ont gêné beaucoup, plutôt cependant dans les commencements de la mise en pratique du nouveau système; vers la fin, les opérations du nettoyage se faisaient bien. Mais ce sont surtout les moyens de production du gaz qui ont laissé à désirer : les difficultés qu'on a rencontrées dans la conduite des gazogènes ont rendu par intervalles les deux générateurs construits par four insuffisants, ce qui a amené des refroidissements, des allures variables et désastreuses.

Malgré cet échec, je persiste à croire qu'avec l'expérience acquise aujourd'hui, l'application du chauffage Siemens au four à zinc liégeois donnerait, comme au four silésien, une notable économie de combustible et un meilleur travail, une réduction plus parfaite et une casse moindre de produits réfractaires.

Je dirai, pour terminer, que, dans les diverses applications où le raisonnement indique qu'il peut être appliqué avec avantage, le chauffage au gaz par le système Siemens ne saurait donner de bons résultats que s'il est bien régulier et si l'on est complétement maître de la marche des appareils. Le procédé est d'installation et de conduite délicates; il exige de l'expérience, mais, celle-ci acquise, il ne me semble pas douteux qu'on ne puisse faire servir toute espèce de combustibles qui, bien choisis selon les localités, pourront apporter de notables réductions dans les frais de production de la chaleur. C'est le gazogène qu'il faut étudier dans chaque cas particulier, qu'il faut approprier au combustible choisi. Avec une production suffisante et régulière de combustibles gazeux, on est certain du succès.

Je crois utile, pour compléter l'étude du système, de faire suivre la description des appareils et la discussion sur l'emploi de divers combustibles, à laquelle nous nous sommes livré, des quelques notes où M. Siemens relate les précautions à prendre dans la construction et la conduite de ses fours.

I. EMPLACEMENT ET CONSTRUCTION.

Position des gazogènes. — Lorsqu'on établit une série de gazogènes et de fours, on doit placer les gazogènes aussi bas que possible par rapport aux fours, afin d'assurer en tout temps une pression assez prononcée dans toute la longueur des conduites de gaz, en ayant soin que leur point le plus bas, même après le tuyau de refroidissement, soit partout à un niveau supérieur à celui du haut de la grille des gazogènes.

Fours. — La profondeur requise au-dessous du sol de la halle pour les fondations et les conduites varie de $1^m,50$ à 4 mètres. Un sol légèrement humide sous les gazogènes n'est pas un obstacle, mais les conduits à gaz et les fondations des fours doivent être tout à fait secs et ne doivent pas être exposés à être inondés. Encore bien que l'eau ne puisse pas s'élever assez pour interrompre le tirage, une humidité constante des conduits à gaz ou des carnaux inférieurs du four serait très-préjudiciable à leur bonne marche, car la vapeur produite abaisserait la température de la flamme et oxyderait tout métal qui serait soumis à son action.

Le conduit de la cheminée est souvent placé plus bas que les conduits de renversement, afin de permettre l'écoulement de toute l'eau qui autrement pourrait les encombrer.

Conduits à gaz. — Lorsque l'on doit établir plusieurs fours, il est généralement avantageux de les alimenter tous au moyen d'un conduit à gaz principal, ce qui rend la marche des gazogènes plus uniforme et les rend indépendants des variations dans la consommation des fours. Chaque embranchement peut être facilement fermé, lorsque besoin est, par un simple registre en tôle mobile dans une glissière encastrée dans les briques, et que l'on peut rendre étanche avec de l'argile. Lorsqu'on ne se sert pas du registre, on peut fermer de même son ouverture avec de l'argile. On laissera dans la voûte des conduits, tous les 15 ou 20 mètres, des trous d'homme recouverts de plaques en fonte, pour faciliter le nettoyage ou le brûlage de

la suie, et l'on ménagera dans chacune de ces plaques un petit trou de 2 à 3 centimètres, muni d'un bouchon pour permettre d'essayer la pression du gaz dans les conduits.

Dimensions de la cheminée. — On peut diriger le conduit d'évacuation du four dans une cheminée de chaudière, si l'on en a une sous la main. Il est cependant préférable d'avoir une cheminée spéciale par laquelle on peut s'assurer en tout temps si la combustion est complète et s'il n'y a pas de fumée ; dans ce cas, si l'on construit une cheminée spéciale, elle ne devra pas avoir moins de 15 mètres au-dessus du sol de la halle, et sa section pour chaque four qui donnera dedans devra être une fois et demie celle des valves de renversement. Comme la cheminée n'est jamais très-chaude, on peut la faire en briques ordinaires, mais on devra y ménager près du sol une ouverture garnie de briques réfractaires par laquelle on puisse diriger la flamme d'un petit foyer auxiliaire pour déterminer le tirage lors de la mise en marche d'un four.

Construction des fours. Importance d'une bonne qualité de briques. — Dans toute la maçonnerie de briques d'un four à gaz, il importe d'éviter les fissures et les pertes de gaz. Les briques ordinaires employées doivent être bien faites, mouillées avant la pose, les joints bien remplis et croisés. Si les briques réfractaires employées sont suffisamment bonnes et de dimensions régulières, on devra employer un mortier tellement liquide qu'on ne puisse se servir d'une truelle, mais qu'il faille le verser avec une cuiller, ou tremper les briques dedans et les mettre ensuite en place avec le maillet, afin d'avoir le moins de joint possible ; lorsque le mortier aura séché un peu, on devra refaire les joints. Des joints étanches sont d'une grande importance dans la maçonnerie de briques des gazogènes, des conduits à gaz et de la partie basse des fours.

Supports des empilages des régénérateurs. — Les briques à sec des empilages des régénérateurs sont supportées, soit par de longues briques spéciales placées en travers de la chambre tous les 23 centimètres (longueur des briques), soit par une série de petites voûtes construites avec des demi-briques, et de $0^m,12$ d'épaisseur à la clef et de largeur.

Si l'on emploie la première disposition, on devra maçonner et caler les briques de support aux extrémités avec des coins ou des briques minces, afin que, si elles se fendent à l'usage, elles puissent encore se tenir. Si l'on construit de petites voûtes, chacune d'elles devra être recouverte d'un rang de briques-savons au-dessous du premier rang de briques placées en long, afin d'augmenter la section des ouvertures ; cette seconde disposition oblige donc à faire des régénérateurs 10 à 12 centimètres plus hauts que si l'on emploie de longues briques spéciales.

Pose des empilages. — Les briques des empilages sont posées à sec, mais

on doit les placer avec soin, afin de ne pas laisser de canaux verticaux; chaque rang de briques doit recouvrir les vides laissés dans le rang inférieur. On peut placer les rangées longitudinales rapidement et exactement au moyen d'une règle dont la longueur est égale à la largeur des régénérateurs, et sur laquelle est fait un cran à la place où doit venir chaque brique. Les rangs transversaux, formés généralement de briques-savons qui sont placées en travers tous les 23 centimètres, ne servent qu'à supporter les autres, et si la chambre n'est pas d'une longueur telle qu'on puisse y placer un nombre exact de briques entières, on devra les espacer peu, afin d'éviter l'ennui et la dépense de les couper. On ne fait les empilages qu'une fois le four terminé et lorsqu'on a décintré les voûtes des régénérateurs, afin qu'il ne puisse pas y tomber de poussières qui viendraient les obstruer.

Portes des régénérateurs. — Les portes des régénérateurs sont doubles et l'on met du sable sec entre les deux. La porte réfractaire intérieure doit être construite avec soin, les joints minces, de peur qu'ils ne prennent du retrait et ne laissent le sable couler dans les empilages, et l'on doit cribler le sable et le bien sécher avant de l'employer, parce que beaucoup de sables, contenant un peu d'argile, sont sujets à se coller et à se fissurer en se séchant.

Au bout de quelque temps, lorsque la maçonnerie du four a été séchée et est chaude, on doit examiner l'espace rempli de sable et le remplir si le sable a baissé un peu, ou le vider et le remplir avec du sable calciné et sec si l'on voit les moindres traces de collage.

Armature des maçonneries. — Toute la maçonnerie exposée à la chaleur doit être maintenue par des armatures et des boulons avant même que l'on commence à sécher. Le meilleur est de munir d'un écrou le bout des boulons, afin de pouvoir les desserrer au fur et à mesure que la maçonnerie se dilate; cette précaution est surtout nécessaire lorsqu'il entre des briques de silice dans la construction.

On doit sécher lentement avec un feu de coke, avant de commencer avec le gaz, les gazogènes, les conduits et les fours.

Séchage des gazogènes et des fours. — Pour sécher les gazogènes et les conduits, enlevez les barreaux des grilles et allumez un feu de coke dans chaque gazogène, soit sur une grille horizontale, soit sur le sol même; fermez les orifices de chargement et toutes les ouvertures du tuyau de refroidissement et des conduites à gaz; enlevez les registres des gazogènes et laissez l'air chaud se répandre dans toute la longueur des conduits et s'échapper soit par les derniers trous de nettoyage, soit par la cheminée à travers les valves du four. Augmentez peu à peu le feu dans les gazogènes, en ayant soin de laisser un libre accès à l'air pour éviter de former un gaz combustible (de l'oxyde de carbone) dans un ou plusieurs des gazogènes et d'avoir un mélange détonant de gaz et d'air dans les conduits.

Séchage des fours. — La plupart des fours, tels que ceux à puddler et à réchauffer, les fours à réverbère ou les moufles à feu nu, peuvent être convenablement séchés au moyen d'un bon feu de coke sur la sole, ou le siége de la chambre du four ; on laissera les portes ouvertes pour l'entrée de l'air, les valves de renversement seront mises droites, les clapets à air et à gaz fermés complétement et les registres de la cheminée ouverts en plein pour faire communiquer les quatre régénérateurs avec la cheminée, afin que l'air chaud passe également par les quatre. Dans quelques fours, tels que des moufles fermés ou des fours à cornues, etc., la chambre de combustion n'est qu'une série de passages et de conduits étroits, et il n'y a pas assez d'espace pour que l'on puisse y faire du feu pour sécher convenablement la maçonnerie ; on fera mieux de sécher ces fours avant de remplir les régénérateurs en faisant un feu de coke dans deux des régénérateurs et tournant les valves de façon que l'air chaud traverse le four et les deux autres régénérateurs avant d'aller à la cheminée. Les clapets à gaz et à air seront ouverts plein, afin de laisser l'air arriver aux foyers, et les portes des régénérateurs fermées provisoirement avec des tôles ou des briques.

Séchage et chauffage de la cheminée. — Si la cheminée est neuve ou froide, on entretiendra à sa base un feu actif pendant quelques jours, pour établir le tirage.

On doit maintenir le feu dans le four jusqu'à ce que les valves de renversement soient chaudes à la main et complétement sèches, car elles sont d'abord humides à cause de la vapeur d'eau provenant de la maçonnerie humide.

II. GAZOGÈNES.

Outils (1). — *Outils des gazogènes.* — Les outils spéciaux pour le travail des gazogènes comprennent :

(*a*) Une pince en fer pour décrasser de $2^{m},50$ de long et de $0^{m},025$ à $0^{m},030$ de diamètre, à pointe d'acier bien effilée ;

(*b*) Deux barres pointues plus légères de $0^{m},015$ à $0^{m},020$ de diamètre, l'une de $3^{m},50$, l'autre de $2^{m},50$ de long, pour briser la masse de charbon par les trous de regard pratiqués dans la voûte des gazogènes, dans le cas où il se formerait des voûtes et des brûlages.

(*c*) Un fort crochet à décrasser, plat ;

(*d*) Une paire de tenailles de $1^{m},20$ à $1^{m},50$ de manches, pour mettre et enlever les barreaux de grille ;

(*e*) Une pelle à long manche pour les cendres ;

(*f*) Un jeu de barres de fausse grille en fer de 4 à 5 centimètres de côté et d'environ 1m,50 de long, pointues à l'une des extrémités, et avec un trou pratiqué à l'autre extrémité, pour soutenir le combustible lors du nettoyage de la grille.

ALLUMAGE (2). — *Allumage des gazogènes.* — Lorsqu'on veut allumer les gazogènes, on commence par disposer dans le fond de la paille, des copeaux, du menu bois sec et quelques pièces de bois plus grosses que l'on recouvre d'une couche de morceaux de charbon ou de coke, de manière à avoir environ 0m,60 à 0m,80 de hauteur de combustible dans le fond ; puis on bouche avec soin, à l'aide de briques et de terre réfractaire, tous les intervalles des barreaux horizontaux, depuis le haut jusqu'en bas, mais on ne bouche qu'avec des briques posées à sec l'ouverture comprise entre le dernier barreau en bas et le sol. On ferme avec soin les registres des gazogènes, et, par la porte ménagée dans la colonne montante des gaz, on les recouvre, surtout tout autour, d'une bonne couche de sable sec ; on ouvre les orifices de chargement et, en retirant une des briques du bas posées à sec, on allume la paille et les copeaux au moyen d'une barre de fer rouge ; l'air ne peut entrer que par le bas de la grille à travers les briques posées à sec, et entretient bien la combustion. On règle le tirage en enlevant plus ou moins des briques placées à sec au bas de la grille. Si le tirage n'était suffisant, on pourrait, après avoir soigneusement fermé le clapet à gaz du four, fermer les boîtes de chargement et ouvrir l'ouverture de la colonne montante du gaz. Dès que la couche de charbon est incandescente, on doit recharger du charbon frais, et cela jusqu'à ce que les appareils soient pleins, en ayant soin de ne pas éteindre le feu et de ne mettre une nouvelle charge que lorsque la précédente est incandescente. Le problème est de remplir ainsi le plus rapidement possible les gazogènes sans éteindre le feu ; on y arrive facilement en six à dix heures, en réglant le tirage soit par en haut, soit par en bas.

Pendant cette opération, la fumée d'abord, puis le gaz, se dégageront dans l'atmosphère ; si les gazogènes sont placés dans un endroit où cela puisse incommoder, on fera bien d'allumer avec du coke de gaz, si l'on peut s'en procurer facilement, et l'on ne chargera du charbon qu'une fois le gaz mis dans le four.

Si l'on veut avoir de bon gaz rapidement, on ne devra charger que du charbon gros comme le poing ; si, au contraire, on n'est pas pressé, on pourra charger du tout-venant.

Essai du gaz. — On doit essayer de temps en temps, après cinq à six heures d'allumage, le gaz qui sort par les trous de regard ; on le fait en approchant une torche enflammée ; lorsque le gaz s'est allumé facilement et est resté allumé pendant une heure ou deux, il est bon à mettre dans le four.

Mise du gaz au four. — La méthode à suivre pour mettre le gaz au four est détaillée plus bas; mais disons tout de suite que, si les conduits sont déjà pleins de gaz et s'il ne s'agit que de donner le gaz d'un nouveau gazogène, il suffira d'arrêter l'arrivée du gaz au four pendant deux ou trois minutes, afin d'avoir une bonne pression dans les gazogènes et les conduits; on enlèvera alors le registre du gazogène en question, et l'on bouchera son ouverture avec une barre de fer, des briques ou de la terre.

Dans tous les cas, une heure à peu près avant de mettre le gaz au four, on devra déboucher un, deux ou trois barreaux au bas des grilles, pour augmenter la production.

S'il y a une forte pression dans les conduits (pression qui est normalement de 4 à 5 millimètres d'eau), ou si les gazogènes déjà en usage sont très-chauds, il pourra arriver que le gaz soit refoulé par la grille du gazogène nouvellement allumé ; aussi est-il bon de ne le mettre en communication avec les autres que lorsqu'il est un peu plus chaud que les autres ; on devrait, si cet inconvénient se présentait, boucher un peu les grilles des autres gazogènes en relevant les cendres dessus, tout en conservant de la pression dans les conduits jusqu'à ce que le nouveau gazogène ait pris le dessus. On pourra aussi, si les autres gazogènes ne sont pas assez chauds pour altérer les registres, mettre ceux-ci et les pousser à moitié ; mais cela ne doit être fait que rarement, avec précaution, lorsque les gazogènes ne sont pas trop chauds, sans quoi on ne pourrait plus retirer les registres ; il vaudrait mieux alors supprimer tout à fait un ou deux gazogènes en poussant les registres à fond.

Marche (3). — *Bonne allure.* — Le chauffeur doit examiner ses gazogènes toutes les demi-heures par les trous de regard supérieurs ; lorsqu'ils sont en bonne marche, le gaz sort avec une certaine pression par les trous de regard, il doit être bleuâtre, léger, et se répandre dans l'atmosphère facilement, sans être fumeux ni lourd. Le gaz ne doit pas être assez chaud pour s'enflammer tout seul, mais il doit s'enflammer facilement à l'approche d'une allumette et brûler avec une flamme claire.

On doit voir dans l'intérieur des gazogènes la masse de charbon au rouge cerise (1) et pouvoir compter tous les morceaux de coke qui sont un peu plus sombres que les intervalles entre eux ; il ne doit y avoir ni flamme ni fumée dans l'intérieur.

Lorsque les appareils ne sont pas pleins et que l'on vient de charger ou de faire tomber du charbon frais, le feu est un peu plus sombre et le gaz un peu plus épais et foncé, mais il reprend bientôt son allure normale.

---

(1) *Dull red heat like a coke fire,* dit le texte anglais, ce qui, littéralement traduit, signifie : chaleur rouge sombre, comme un feu de coke.

Voûtes et brûlages dans la masse du combustible. — Lorsqu'on aperçoit de la flamme dans une partie du combustible ou que le gaz sort noir et fumeux, comme à demi brûlé, on doit passer une pince par les trous de regard supérieurs pour casser les croûtes qui peuvent s'être formées, ou bien charger un peu plus de charbon, cette flamme intérieure, ces brûlages, étant dus à l'introduction d'air libre à travers le combustible par un trou, ou à cause de quelque crasse. Si l'on ne peut arriver par les trous de regard supérieurs, on doit essayer par la grille. Lorsque les morceaux de combustible paraissent plus chauds que les intervalles entre eux, cela tient à ce que le feu est trop chaud, qu'il y a quelque brûlage dans une autre partie de la grille et que la flamme chauffe le combustible par-dessus.

Gazogène trop chaud. — Lorsque la surface intérieure est trop chaude, au rouge clair, par exemple, parce qu'il y a des voûtes ou des crasses, ou que la couche de charbon sur la grille est trop mince, on doit passer la pince soit par les trous de regard, soit par la grille, et faciliter la descente du charbon après avoir bien décrassé la grille; lorsque le gaz s'enflamme tout seul au contact de l'air à la sortie des trous de regard, le feu est certainement trop chaud et l'on doit faire descendre le charbon ou boucher en partie la grille.

Pression constante dans les gazogènes et les conduits. — Il est de toute importance que le gaz ait toujours une certaine pression dans les gazogènes et les conduits, afin d'assurer une alimentation constante des fours et de prévenir la possibilité de rentrées d'air qui brûleraient le gaz et formeraient un mélange détonant. Le gaz doit toujours sortir par les trous de regard lorsqu'on les ouvre. S'il ne sortait pas ainsi, s'il y avait, au contraire, rentrée d'air, on devrait diminuer un peu l'arrivée du gaz aux fours jusqu'à ce que la pression ait reparu, et l'on devrait ouvrir un ou plusieurs barreaux des grilles, tenir celles-ci plus claires et les décrasser un peu.

Lorsque, par suite d'une plus forte consommation de gaz ou d'un changement de combustible, on rencontre quelque difficulté à maintenir une bonne pression dans les gazogènes, ou à les empêcher de brûler intérieurement ou de s'échauffer outre mesure, on doit mettre en marche un ou deux gazogènes de plus. Du charbon maigre se délitant, ou du charbon sale, brûle plus lentement qu'un charbon de meilleure qualité, et si l'on emploie des charbons de ce genre, on devra mettre en marche un plus grand nombre de gazogènes. Lorsqu'on emploie des menus, la couche doit être moins épaisse sur la grille que lorsqu'on emploie de la gailleterie, ou bien on doit les mélanger avec 1/5 à 1/4 de menu de charbon gras. Lorsqu'on produit plus de gaz que les fours n'en consomment, une portion s'échappe par le haut des grilles et vient brûler au dehors; cela arrive plutôt dans les gazogènes récemment allumés, ou lorsqu'on diminue sensiblement l'arrivée des gaz aux fours; on doit empêcher cette petite perte de gaz et la dégradation des

plaques des gazogènes qui s'ensuivrait, en bouchant avec soin les barreaux avec de la terre.

Si cet inconvénient se présente lorsque plusieurs gazogènes donnent leur gaz dans un même conduit, on verra généralement que cela n'a pas lieu aux gazogènes les plus chauds, mais, au contraire, à ceux qui sont les plus froids. On arrêtera l'action de cette espèce de siphon, le gaz produit dans un gazogène allant brûler à travers la grille d'un autre, en mettant le registre d'arrêt soit au gazogène le plus chaud, soit au plus froid de la série.

Chargement des gazogènes. — On charge généralement les gazogènes toutes les trois heures; mais si l'on voit par les trous de regard que la température du combustible est au-dessous de la chaleur rouge, on ne doit pas charger, mais bien donner de l'air et diviser la masse, soit par les trous de regard, soit par la grille. Le charbon ne doit pas contenir de morceaux plus gros que le poing, et si l'on brûle du charbon sujet à gonfler et à se coller, on doit, avant de charger, faire descendre la charge précédente en passant une pince par les trous de chargement ou par les regards ménagés à cet effet au pied des boîtes de chargement.

Décrassage. — Pour décrasser la grille à fond (opération qui ne doit être faite que tous les trois ou quatre jours à chaque gazogène), on introduit les barres pointues de la fausse grille et on les enfonce, si besoin est, avec un marteau à deux mains, l'une à côté de l'autre, dans la masse du combustible jusqu'au fond; la hauteur à laquelle on introduit les barres dépend de l'épaisseur de la couche de crasse qu'on veut enlever; on retire rapidement tous les barreaux de la grille, si c'est une grille comme celle des chaudières, ou bien les barreaux en gradins inférieurs, on casse et on retire les crasses avec la pince et le crochet, et on les enlève à la pelle, en ayant soin surtout de décoller celles qui pourraient adhérer aux briques sur les côtés ou au montant de la grille du milieu; on replace alors la grille et on laisse le feu retomber dessus; on redresse les barres de la fausse grille tandis qu'elles sont encore chaudes; on a soin de bien faire descendre le chauffage avec la pince et le crochet et de casser toute masse de charbon qui aurait pu se coller; si le feu est bas, on recharge. On doit espacer également les barreaux de la grille, pas plus de vide que de plein, et l'on doit bien asseoir les barreaux en gradins sur les supports en fonte de côté et du milieu; sinon ils seraient mis hors d'état par le feu. Les barres ployées doivent être redressées et mises en état immédiatement.

La cour de travail devant la grille et le dessous de la grille doivent toujours être maintenus humides et propres, parce qu'une accumulation de cendres chaudes et de crasses sous la grille brûlerait les barreaux. Les cendres doivent être criblées, et tout le coke qui s'y trouve doit être mis de côté et rechargé dans les gazogènes avec le charbon.

Tant que le gaz possède une bonne pression et que le feu n'est pas trop

chaud, on n'a pas besoin de toucher aux grilles ; mais, en pleine marche, il est généralement bon de les nettoyer régulièrement toutes les douze ou vingt-quatre heures, et, dans certains cas, lorsqu'on brûle du charbon gras, il peut devenir nécessaire de les nettoyer toutes les six heures. Lorsque la consommation de gaz est régulière, on doit décrasser régulièrement, et si l'on n'a qu'un ou deux gazogènes en marche, on peut ne nettoyer que la moitié d'une grille à la fois, toutes les six heures, par exemple. Si la consommation est irrégulière ou intermittente, comme dans les fours à zinc, par exemple, ou dans des fours qui ne travaillent que de jour, on doit ménager les décrassages de façon que, quand il ne faut que peu ou point de gaz, tous les gazogènes soient plus ou moins encrassés pour produire peu de gaz, afin qu'il y ait le moins de refoulement possible. Lorsque les gazogènes marchent doucement, on doit laisser sombre et troubler aussi peu que possible le haut des grilles, et ne tenir clair que le bas.

Arrêt et remise en marche (4). — *Arrêt du gaz pour quelques jours.* — Lorsqu'on éteint les fours pour quelques jours seulement, on ferme le clapet à gaz en plein, et on n'a pas besoin de vider les gazogènes, ni même de vider les conduites de gaz, à moins qu'elles n'aient besoin d'être nettoyées ; il suffit de marger soigneusement la grille avec de la terre ; si cela est bien fait, le gaz cessera rapidement de refouler par la grille.

Remise en marche. — Pour remettre en marche, on débouche la grille, on casse et on enlève les crasses qui obstruent l'entrée de l'air, et, si le feu est très-bas, on charge un peu ; on essaie le gaz par les trous de regard, et s'il ne brûle pas, on laisse l'appareil tirer quelque temps par les orifices de chargement ou les trous de regard, jusqu'à ce qu'il brûle facilement ; on ferme alors les orifices ouverts pour donner du tirage et on essaie le gaz par le petit trou ménagé dans le conduit le plus près du four, ou par celui qui est ménagé dans la boîte d'arrivée du gaz ; s'il ne brûle pas encore, on doit laisser le gaz s'échapper pendant quelques instants par cet orifice, *en maintenant toujours de la pression dans le gazogène* jusqu'à ce qu'il brûle facilement. On ferme alors, on marge toutes les ouvertures et on peut remettre en marche.

Arrêt d'un groupe de gazogènes. — Lorsque plusieurs gazogènes donnent dans le même conduit, on doit les arrêter tous séparément avec leur registre, afin d'empêcher le gaz de celui qui serait le plus chaud de descendre dans les autres plus froids et de refouler par leurs grilles. Pour empêcher cette action de siphon, il suffit généralement de mettre tous les registres, excepté un ou deux, de boucher les rainures avec de la terre et de laisser toujours au moins un gazogène ouvert plus ou moins, suivant la capacité de la conduite, pour y maintenir de la pression et empêcher les rentrées d'air et le mélange de l'air avec le gaz par suite de la diminution de pression ou de la condensation des gaz chauds. Lorsqu'on remet les

gazogènes en marche, on enlève successivement les registres au fur et à mesure que chaque appareil donne de bon gaz.

S'il y a beaucoup de fuites ou si les registres ne ferment pas hermétiquement, il sera nécessaire d'évacuer les conduits, comme on l'a indiqué plus haut, en mettant tous les registres et en les recouvrant tout autour avec du sable.

Pour remettre les fours en marche, on doit s'y prendre de la manière ordinaire, en ayant soin de purger les conduits.

Mise hors feu (5). — Pour mettre un gazogène hors feu, on doit mettre le registre et le marger hermétiquement, en le recouvrant d'une couche de 10 à 12 centimètres de sable sec que l'on presse tout autour par la porte ménagée dans la colonne montante du gaz. Cela est facile lorsque la conduite est vide de gaz ; mais si elle en contient, on doit diminuer l'arrivée du gaz aux fours suffisamment pour que le gaz refoule par cette porte ; on devra alors mettre plus de sable pour être sûr que tout est bien bouché autour du registre, et on l'étendra avec un crochet ou une barre.

On ne doit arrêter un gazogène que quelques heures après que l'on a nettoyé la grille, afin d'éviter de perdre du gaz, et on doit, avant de l'arrêter et de le vider, laisser le feu très-bas afin d'éviter de perdre du combustible. Lorsqu'on veut vider un gazogène, on peut le faire tout de suite en enlevant les deux premiers barreaux du haut de la grille, et les autres successivement, et on éteint le coke avec de l'eau au fur et à mesure qu'on le sort de l'appareil, ou bien on peut marger la grille entièrement et laisser la masse se refroidir pendant quelques jours. On peut recharger dans les autres gazogènes, avec du charbon frais, tout ce que l'on a sorti, excepté les cendres et les crasses.

III. CONDUITES DES GAZ.

Emplissage (1). — *Avant de remplir la conduite, on doit fermer et marger toutes les ouvertures.* — On doit avoir soin, avant de diriger le gaz dans les conduites, de fermer hermétiquement toutes les ouvertures. Les registres d'arrêt des gazogènes, le registre de chaque branchement de la conduite dont on ne se sert pas, ainsi que celui du conduit de brûlage par la cheminée, s'il en existe un, doivent être mis en place et couverts de $0^m,12$ à $0^m,15$ de sable fin, bien sec, et pressé tout autour des registres. On met aussi les registres des gazogènes dont on doit se servir et l'on met un peu de sable tout autour, mais il n'est pas nécessaire que cela soit fait avec autant de soin. On doit boucher avec du sable le joint du tuyau de refroidissement

avec la cheminée des gazogènes, ainsi que les plaques de regard ménagées le long de la conduite; les portes de nettoyage et toutes les autres ouvertures des conduites et du tuyau de refroidissement doivent être lutées avec de l'argile.

Lutage à la terre. — On doit étendre l'argile avec une truelle sur environ 0m,03 du bord intérieur de la porte que l'on veut luter, comme on fait pour les cornues à gaz, ou sur le bord du cadre, et fermer la porte dessus en faisant sortir par la pression l'excès de terre et en faisant un joint net et propre.

Lutage au sable sec. — Lorsqu'on peut l'employer, le sable sec forme le meilleur joint, et l'on ne se sert d'argile que pour boucher les crevasses où le sable ne pourrait tenir. Si le tuyau de refroidissement horizontal est très long, on fera bien de faire un joint hydraulique à l'extrémité la plus froide, pour permettre la libre expansion du tuyau.

Principes pour l'emplissage et l'évacuation des conduites. — Lorsqu'on emplit ou lorsqu'on vide de larges conduites, ainsi que dans la marche générale des fours à gaz, le point principal sur lequel on doit porter toute son attention est d'éviter la formation de mélanges explosifs de gaz et d'air; on y arrive en chassant tout l'air au moyen d'un gaz brûlé (mélange d'azote et d'acide carbonique), avant d'introduire dans la conduite de l'oxyde de carbone combustible, et, de même, on chasse tout le gaz combustible, lorsqu'on veut nettoyer et vider la conduite, par un courant de gaz brûlés avant d'y admettre l'air.

Emplissage. — Pour remplir les conduites, lorsque le gaz brûle facilement par les trous de regard d'un ou de plusieurs gazogènes, ouvrez un peu le couvercle de la boîte d'arrivée du gaz au four le plus éloigné sur chaque branchement, ou bien levez un peu la plaque de nettoyage à l'extrémité de chaque conduite et ayez soin que toutes les autres ouvertures dans la conduite soient fermées et lutées. Ouvrez la porte située au-dessus du registre de l'un des gazogènes qui donne un bon gaz, de préférence celle du gazogène le plus éloigné des fours, et allumez un peu de bois ou de copeaux sur le registre; lorsque ce feu flambe bien et que le tirage est actif dans la cheminée du gazogène, tirez le registre de 0m,03 à 0m,05, de telle façon que le gaz passe à travers les copeaux et s'enflamme, et, lorsque le gaz brûle facilement, enlevez le registre suffisamment pour que la cheminée soit remplie de flamme. On doit, lorsque l'on est en présence de larges conduites, entretenir cette combustion pendant dix à quinze minutes, ou jusqu'à ce que l'air qui sort à l'extrémité du branchement le plus éloigné soit tellement vicié qu'il éteigne instantanément une lampe ou une torche; si le gazogène dont on se sert pour remplir ainsi les conduites n'est pas près de l'extrémité fermée du tuyau horizontal, on doit ouvrir un peu l'une des portes près de

cette extrémité, pour purger également d'air cette conduite. Lorsque les conduites sont complétement purgées, enlevez tout à fait les registres des gazogènes qui donnent de bon gaz et bouchez la rainure des registres, soit avec du sable, soit avec une pièce de fer préparée à l'avance à cet effet, et lutez tout autour avec de l'argile. Fermez et lutez les ouvertures à l'extrémité de chaque branchement, et lorsque la flamme sort avec vigueur par la porte au-dessus du registre, fermez-la aussi et lutez-la avec soin; essayez alors le gaz dans la conduite par le petit trou d'essai qui doit avoir été ménagé près du four que l'on doit allumer, ou en soulevant un peu le couvercle de la boîte d'arrivée du gaz; s'il ne brûle pas décidément, laissez-le sortir pendant quelques minutes jusqu'à ce qu'il brûle et reste allumé au petit trou; fermez alors ce petit trou et le gaz est prêt à être introduit dans le four.

Évacuation des conduites (2). — Fermez tous les clapets de règlement des fours, et mettez les registres de tous les gazogènes, excepté de ceux qui donnent directement dans une cheminée montante, de préférence ceux qui sont le plus près de l'extrémité fermée du tube; lutez les rainures des registres et laissez un peu de gaz sortir à l'extrémité de l'un des branchements des conduites, tout en conservant toujours une bonne pression aux gazogènes qui n'ont pas encore été fermés; ouvrez la porte de la cheminée à gaz de ces gazogènes et allumez-y le gaz qui sort; poussez graduellement les registres de ces gazogènes jusqu'à ce que la flamme rentre et brûle dans la cheminée; ouvrez l'extrémité de chaque branchement et gardez une bonne flamme dans la cheminée jusqu'à ce que tout le gaz soit chassé; ouvrez alors toutes les portes des cheminées à gaz, mettez les registres et recouvrez-les de sable.

Précautions à prendre. — On doit avoir soin de conserver la flamme lorsqu'elle rentre dans la cheminée quand on pousse graduellement les registres; si elle venait à s'éteindre au moment où elle rentre, à cause de la mauvaise qualité du gaz, on devrait retirer immédiatement le registre jusqu'à ce que le gaz brûle facilement par l'ouverture, et l'on devrait piquer un peu la grille ou jeter deux ou trois pelletées de charbon pour faire pendant quelques minutes un gaz plus riche; mais cette précaution n'est presque jamais nécessaire, à moins que la porte au-dessus du registre ne soit très-petite.

Remarques. — On s'assurera facilement que, si l'on suit bien cette méthode pour purger les conduites, le gaz sortant à l'extrémité de chaque branchement pourra être allumé en toute sûreté, ou bien on pourra le diriger dans le four au lieu de le laisser se perdre dans la cour; mais si l'on confie le soin de remplir et d'évacuer les conduites à des ouvriers ordinaires, il sera préférable, afin de diminuer les chances d'accident dus à un manque de soins, tels que de laisser la flamme s'éteindre en rentrant dans la che-

minée, de garder une flamme trop courte dans la cheminée, ou de la supprimer avant que le four ne soit tout à fait nettoyé, il sera, disons-nous, préférable de ne pas laisser allumer le gaz qui sort des conduites, ou de ne pas le diriger dans les fours, à moins qu'il ne soit trop incommode de le laisser s'échapper sans être brûlé.

Nettoyage et brûlage (3). — Lorsque le combustible que l'on emploie est du charbon, il est nécessaire de brûler ou de ramoner la suie et le goudron accumulés dans les conduites toutes les semaines, ou toutes les deux, trois ou quatre semaines, suivant les dimensions des conduites, la nature du charbon employé et d'autres circonstances. Si l'on n'emploie pas de charbon gras, et si les gazogènes sont toujours en bonne allure, on n'aura pas de suie dans les conduites.

Signe que les conduites sont engorgées de suie. — Lorsque le gaz manque à l'un des fours tandis qu'il y a une bonne pression aux trous de regard des gazogènes, il est évident que les conduites sont engorgées de suie quelque part, et l'on peut découvrir la position exacte de l'obstruction en observant jusqu'à quelle distance la pression des gazogènes se maintient, et en se rappelant que si les conduites sont propres et de dimensions suffisantes, la pression d'un côté ou de l'autre du tuyau de refroidissement est toujours plus grande à un niveau élevé, et que la pression au delà du tube de refroidissement est plus forte que celle que l'on trouverait au même niveau au-dessus des gazogènes. La suie se dépose généralement surtout près des gazogènes; les parties les plus éloignées des conduites restent propres pendant des mois ou ne contiennent qu'un peu de goudron léger, à moins qu'elles ne descendent tellement bas qu'il y ait une rentrée d'air qui viendrait brûler le gaz. Lorsqu'on observe que les conduites sont obstruées, on doit les nettoyer aussitôt en brûlant ou ramonant la suie; mais, en marche normale, on ne doit jamais laisser la suie s'accumuler assez pour interrompre le passage du gaz, et l'on doit nettoyer les conduites à temps pour maintenir toujours une bonne pression dans toute leur longueur.

La méthode qui consiste à brûler la suie est la plus facile des deux, et c'est généralement la plus convenable dans le cas de conduites souterraines; mais, dans un tuyau en tôle, la suie ne brûle pas aussi facilement que dans une conduite en briques, et les tuyaux eux-mêmes peuvent avoir à souffrir d'une chaleur trop forte si l'opération n'est pas conduite avec beaucoup de soins. Aussi est-il préférable de nettoyer à la main les tuyaux en l'air et de ne brûler que les conduites en briques.

Brûlage des conduites en briques. — Pour brûler les conduites, après les avoir purgées de gaz, comme nous l'avons dit ci-dessus, fermez les portes des cheminées des gazogènes, enlevez toutes les plaques de fonte qui recouvrent les trous d'homme dans les conduites en briques, et laissez l'air

s'introduire par ces trous ou par les clapets de règlement des fours, et s'échapper soit par le conduit de brûlage à la cheminée, soit par le clapet de brûlage au haut de la cheminée descendante du gaz. Si la suie ne s'enflamme pas spontanément au bout de quelques minutes d'admission de l'air, allumez-la en jetant par chaque trou un peu de copeaux ou de paille enflammée. On commencera par nettoyer les conduites près du conduit de brûlage, et, lorsque la suie aura été brûlée, on refermera l'une après l'autre les ouvertures les plus proches, afin d'avoir plus de tirage. On peut ainsi brûler et nettoyer à fond les conduites d'une extrémité à l'autre en diminuant le tirage, si la température s'élève trop, au moyen du registre de brûlage.

Nettoyage des valves. — Les valves de règlement et de renversement des fours peuvent être nettoyées à la main, ou bien l'on peut brûler les dépôts en ouvrant le registre de la cheminée et en mettant verticales les valves de renversement et en allumant un peu de bois au-dessous de chaque clapet de règlement; mais, bien que l'on puisse nettoyer ainsi les valves, on ne doit pas brûler de cette façon, à travers les valves, tout le conduit à gaz, parce que l'excès de chaleur pourrait détériorer les valves.

Nettoyage des tuyaux en tôle. — La suie qui se dépose dans le tuyau horizontal en tôle est généralement ramonée ou poussée par les portes de nettoyage, les ouvertures des conduits souterrains étant fermées, si besoin est, et le clapet de brûlage ouvert assez pour maintenir un léger appel par les portes pour la commodité des ouvriers; mais lorsque les tuyaux aériens sont très-larges et que les fours ne travaillent pas continuellement, on trouve souvent plus convenable de faire passer un homme dans le tuyau pour le balayer et enlever la suie. Lorsqu'on adopte ce plan, on doit fermer soigneusement le tuyau et le laisser refroidir dès que les registres des gazogènes ont été bien recouverts de sable, et si la suie est enflammée, on peut l'éteindre et hâter le refroidissement en dirigeant dans l'une des cheminées à gaz, immédiatement au-dessus du registre, un jet de vapeur.

Dépôts de suie au-dessous des registres. — Souvent il se dépose de la suie au-dessous des registres des gazogènes; on peut la faire tomber avec une barre de fer légère, courbée à angle droit, et introduite soit par la rainure du registre, soit par une petite fente avec une glissière ménagée à cet effet.

IV. FOURS

Allumage (1). — *Allumage d'un four ordinaire ouvert.* — Pour allumer un four à réchauffer ou à souder, ou un moufle ordinaire, qui aura été préala-

blement séché et chauffé à l'aide de foyers auxiliaires, ouvrez en plein le registre de la cheminée et le clapet à air en laissant fermé celui à gaz; ouvrez les portes du four; faites du feu près de l'autel à l'une des extrémités de la sole, et tournez les valves de renversement de telle sorte que la flamme sorte de ce côté-là du four. Entretenez ce feu pendant quelques heures, et alors, si le gaz est prêt dans le conduit, jetez un peu de bois ou de charbon frais; lorsqu'il est bien en feu et que la flamme remplit les orifices d'arrivée du gaz, renversez les valves, et, dès que le feu brûle bien de nouveau, ouvrez le clapet à gaz, après avoir eu soin de déboucher toutes les ouvertures du four, afin de diminuer les chances d'explosion. Lorsque le gaz est bien allumé, fermez les portes du four et réglez la flamme en sorte qu'elle s'étende au moins dans toute la longueur de la chambre du four et qu'elle descende encore dans les régénérateurs. Il est très-important, au commencement, d'avoir une flamme très-longue en donnant peu d'air et beaucoup de gaz, afin qu'elle aille chauffer jusqu'au fond des régénérateurs; il faut laisser aussi la circulation se faire dans chaque sens pendant de longues périodes, six heures d'abord, puis trois heures pendant douze heures, afin que le bas du four s'échauffe en même temps que la partie haute; il est nécessaire, en effet, que les régénérateurs soient à la température de la chaleur rouge avant que l'on puisse chauffer le four. On peut alors renverser toutes les heures. Au fur et à mesure que la chaleur s'élève, on peut diminuer le tirage.

Lorsqu'on allume un four froid, l'air chauffé par le feu que l'on entretient sur la sole doit être dirigé par les orifices de sortie pendant une heure environ avant qu'on ne mette le gaz, afin d'établir le tirage dans les régénérateurs et de faciliter l'accès de l'air dans la chambre du four après ce renversement. Cela n'est pas nécessaire si le four est déjà chaud et si on l'allume après un arrêt de un ou deux jours; mais on doit toujours avoir soin que les orifices de sortie soient bien remplis de flamme ou de fumée pendant quelques minutes avant le renversement et l'admission du gaz. On évite ainsi la légère explosion que causerait le gaz froid en se mélangeant avec l'air dans le régénérateur, avant de s'enflammer à l'autel.

Remarques. — Beaucoup de fours de formes différentes peuvent être allumés comme nous venons de le dire; on doit seulement avoir soin que le feu soit aussi près que possible du point de rencontre du gaz et de l'air et qu'il donne une flamme bien nourrie, de peur que le gaz ne puisse passer sans s'enflammer; que les entrées d'air et le régénérateur à air soient chauffés à l'avance par la descente de la flamme pendant une heure au moins, et que le régénérateur à gaz soit purgé d'air, ce que l'on obtient en y faisant descendre la fumée avant de renverser et de mettre le gaz dans le four.

Si les entrées sont très-élevées au-dessus de la sole ou du siége du four, on peut éviter de faire un feu très-grand en disposant une grille provisoire

sur le côté de la chambre du four un peu au-dessous des entrées. On enlève cette grille dès que les briques sont rouges.

Chauffage de la cheminée. — Si la cheminée est froide, on doit y entretenir du feu pendant quelques heures avant l'allumage, pour établir le tirage; mais si l'on trouve nécessaire de continuer ce feu une fois que le gaz est au four, on devra l'enlever avant chaque renversement, surtout si le conduit à la cheminée est court, pour éviter la chance d'une légere explosion due au mélange du gaz et de l'air qui passent à la cheminée par suite du changement de direction des courants par le renversement. On peut éviter cet ennui d'éteindre et de rallumer le feu à chaque renversement, en arrêtant pendant une ou deux minutes le gaz avant de renverser, s'il n'y a pas d'inconvénient, ou en déterminant le tirage par un petit jet de vapeur au lieu de foyer dans la cheminée.

Allumage des moufles fermés. — Dans quelques fours, tels que les moufles fermés, les fours à gaz d'éclairage, etc., il n'y a souvent pas de place pour faire du feu tout le long du conduit ou de la chambre de mélange pour chauffer convenablement les régénérateurs et enflammer le gaz, et, dans quelques fours, si on allumait du feu dans les conduites, les cendres tomberaient dans les régénérateurs au-dessous. Pour allumer des fours de ce genre, on doit fermer les clapets à gaz et à air (en ayant soin que la valve à gaz soit bien étanche), mettre verticales les valves de renversement, ouvrir en plein le registre de la cheminée et construire un petit foyer contre le trou d'allumage à chaque extrémité des conduits de mélange, de telle sorte que la flamme remplisse ce conduit et descende bien dans les quatre régénérateurs.

Lorsque ces feux auront été entretenus quelques heures, les extrémités des régénérateurs seront bien chaudes, le milieu étant encore froid, de telle sorte qu'après avoir renversé et ouvert le clapet à air, lorsqu'on mettra le gaz au four, il montera d'abord seulement aux extrémités et on pourra, en prenant quelques précautions, allumer sans crainte le gaz avec une torche ou du bois bien sec et flambant que l'on jettera dans le conduit avant de mettre le gaz, bien que, naturellement, il soit toujours meilleur et plus sûr, lorsque cela est possible, d'allumer le gaz au moyen d'un feu régnant dans toute la longueur du conduit de mélange.

Marche des fours (2). — Lorsque la chambre du four est au rouge dans toute sa longueur, on doit renverser les valves régulièrement, en se guidant sur une horloge ou un sablier, à des intervalles variant, suivant les circonstances, d'un quart d'heure à une heure. La régularité des renversements vaut mieux que la fréquence; mais si la chaleur de la flamme baisse au bout de quelque temps de marche dans un sens, ou si les valves s'échauffent, il faut évidemment renverser plus souvent. Des renversements fréquents, toutes les dix ou vingt minutes, par exemple, sont souvent avantageux

lorsque les matières enfournées doivent être chauffées d'une manière très-uniforme d'une extrémité à l'autre.

Si l'on renverse irrégulièrement, deux des régénérateurs se refroidissent, tandis que les deux autres deviennent chauds jusqu'en bas ; le four chauffe inégalement, et les valves risquent de s'altérer par l'excès de chaleur.

On doit renverser la valve à gaz la première, celle à air quelques secondes après, pour éviter une légère explosion dans le conduit de la cheminée, qui a lieu souvent par l'inflammation du gaz et de l'air lorsqu'on renverse les valves ensemble et que le conduit est chaud. On doit renverser les valves vivement, mais tranquillement, sans les jeter, et l'on doit toujours avoir soin que la valve à gaz soit bien à fond et sonne métal sur métal, parce qu'elle pourrait être entravée et ne pas fermer complétement à cause d'un amas de suie.

Règlement du gaz et de l'air. — On ne doit pas admettre plus de gaz qu'on ne peut en brûler convenablement, car tout excès de gaz ou d'air ne fait que refroidir le four au lieu de le chauffer. Une flamme légèrement fumeuse, bien qu'entraînant une perte de chaleur, peut être nécessaire dans certains cas, comme dans les fours à réchauffer des fers de petit échantillon, pour éviter l'oxydation de la charge ; mais les produits de la combustion, à leur descente dans les régénérateurs, ne doivent jamais contenir assez de bon gaz pour pouvoir brûler encore au contact de l'air.

Pour vérifier facilement s'il y a un excès de gaz dans le four ou si le tirage est trop fort, il est commode de ménager un petit trou de $0^{m},02$ environ de diamètre à chaque extrémité de la chambre du four, juste en face d'une entrée de gaz. Lorsque le four est bien conduit, le gaz sort par l'extrémité où arrive la flamme et s'enflamme au contact de l'air ou seulement lorsqu'on approche une allumette ; au contraire, à l'autre extrémité, le jet doit être tout à fait incolore ou ne doit s'enflammer que par moments, en donnant la flamme à peine visible de l'oxyde de carbone, car toute flamme éclairante dans les produits de la combustion, passant à la cheminée, indiquerait infailliblement une perte de gaz.

Il doit toujours y avoir pression dans le four. — Comme l'admission du gaz et de l'air dans les régénérateurs et la sortie des gaz brûlés sont réglées séparément par les clapets de règlement et le registre de la cheminée, on peut, indépendamment du tirage, régler la longueur et la qualité de la flamme, et on peut faire travailler le four à son maximum d'intensité et y maintenir une flamme courte et vive, si on le désire, aussi bien avec de la pression à l'intérieur du four qu'avec la cheminée toute grande ouverte. Cette méthode de travailler au four à gaz et à chaleur régénérée avec une pression intérieure rend la chaleur uniforme d'un bout à l'autre et prévient le refroidissement du four ou l'oxydation de la charge par des rentrées d'air à travers des crevasses, et l'on verra que les fours marchent le mieux et le

plus économiquement possible lorsque le tirage de la cheminée est réduit au point de produire une pression assez prononcée, ou au moins d'éviter toute rentrée d'air, même à la partie la plus basse de la chambre du four.

Allure très-chaude. — Pour chauffer un four à la plus haute température, ouvrez en plein le clapet à air, et ouvrez le clapet à gaz et le registre de la cheminée, de telle sorte que la flamme ait toute la longueur du four, sans qu'on voie de la fumée, mais quelques langues de flamme seulement s'introduire de temps en temps dans les orifices de descente des régénérateurs, et qu'en ouvrant de quelques centimètres la porte du four, il y ait encore une certaine pression qui fasse sortir la flamme par-dessous. On peut essayer la pression en jetant un éclat de bois contre la porte : la flamme doit être repoussée lorsqu'on soulève la porte.

Abaissement de température. — Si l'on veut moins de chaleur, on doit baisser le registre de la cheminée, enlever un peu d'air, puis retirer du gaz jusqu'à ce que la flamme n'ait que juste la longueur du four.

Fours fermés. — Dans tous les fours fermés, lorsqu'on ne travaille pas très-lentement, on règle mieux la flamme par le clapet à gaz et le registre de la cheminée seuls en laissant le clapet à air ouvert en plein, tant que les portes du four sont fermées, et ne diminuant l'entrée de l'air que lorsqu'on ouvre les portes pour charger ou retirer les produits ; mais lorsque dans le four à puddler, par exemple, ou les fours à glaces, à verre à vitres, etc., la chambre du four est plus ou moins accessible à l'air, il peut être nécessaire de marcher toujours avec le clapet à air fermé en partie pour modérer la sortie de la flamme, tout en maintenant cependant une légère pression intérieure.

Arrêt d'un four (3). — Pour arrêter un four, lorsqu'on doit l'entretenir chaud pour le rallumer, fermez le gaz en ayant soin que le clapet à gaz ferme bien, renversez afin d'évacuer le régénérateur à gaz et, une minute environ après, fermez le clapet à air et le registre de la cheminée, ainsi que toutes les ouvertures dans la chambre du four.

Refroidissement rapide pour des réparations. — Pour refroidir un four rapidement, en cas de réparation, après avoir fermé le gaz et vidé les conduites, comme il est indiqué ci-dessus, fermez le clapet à air, ouvrez en plein le registre de la cheminée et les portes du four, et fixez les valves de renversement verticales, afin que l'air, s'introduisant par les portes, puisse descendre à la cheminée par les quatre régénérateurs à la fois.

EXPOSITION DE PARIS DE 1867.

CLASSE LI.

MATÉRIEL DES ARTS CHIMIQUES.

COMPOSITION DU JURY.

Pelouze, membre de l'Institut, président de la Commission des monnaies et médailles, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862	France.
Frémy, membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique et au Muséum d'histoire naturelle, membre des jurys internationaux de 1855 et 1862, *président*	Id.
L. Grandeau, docteur ès sciences et docteur en médecine, *secrétaire-rapporteur*	Id.
Rudolph Wagner, professeur à Wurzburg, *vice-président*. .	Bavière.
J.-P. Lesley, membre de l'Académie nationale.	États-Unis d'Amérique.
Suppléant : Dr **T. Sterry-Hunt**, F. R. S., membre du jury international de 1855	Id.
Dr **Lyon Playfair**, C. B., F. R. S.	Grande-Bretagne.
Suppléant : Professeur **T.-C. Archer**	Id.

PRODUITS RÉFRACTAIRES.

CHAPITRE PREMIER.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Objets de première nécessité pour les usines métallurgiques, les verreries, les porcelaineries, en un mot pour tous les établissements dont les travaux s'exécutent à une température très-élevée, les produits réfractaires occuperont toujours une place importante dans les expositions industrielles. Ils se

fabriquent sur une grande échelle et sous les formes les plus variées, soit pour être employés, comme matériaux, à la construction des fours qui doivent résister à l'action d'un feu vif et de longue durée, soit pour servir, comme ustensiles, à contenir les substances que l'on veut mettre en fusion.

La consommation de ces produits est si considérable, que c'est, en grande partie, de leur bonté et de leur résistance que dépend la prospérité d'un établissement. Aussi beaucoup d'industriels fabriquent eux-mêmes les objets réfractaires dont ils ont besoin, ne voulant s'en rapporter qu'à leur propre vigilance, des soins qu'en réclame la confection. On ne peut nier qu'un tel système, fondé sur des appréhensions légitimes sans doute, ne soit de nature à enrayer les progrès de cette fabrication, que feraient certainement avancer de grands établissements dirigés par des hommes spéciaux, qui soumettraient à une étude approfondie les matières réfractaires à employer et leurs produits; rechercheraient les meilleures compositions des pâtes, les procédés les plus économiques; qui éclaireraient, en un mot, des lumières de la science, l'exploitation si importante de cette branche de la céramique.

On requiert, des produits réfractaires, des qualités spéciales, suivant les différents usages auxquels on les destine. Les uns, tels que les briques, les carreaux, les dalles, etc., servant à la construction des fourneaux ou fours, ou du moins à leur revêtement intérieur, doivent pouvoir supporter, sans se ramollir, l'action d'un feu violent et longtemps soutenu. Il en est de même des ustensiles qu'on chauffe progressivement jusqu'à la température à laquelle il faut les maintenir. D'autres, comme les creusets à fondre l'acier, doivent avoir en outre la propriété de résister à de brusques changements de chaleur, et de pouvoir sortir des fours chauffés au rouge-blanc et y rentrer sans se briser, ni même se fêler. Enfin, il en est, tels que les creu-

sets de verrerie, qui, autant que possible, doivent être inattaquables par les matières vitrifiables en fusion.

L'infusibilité des produits réfractaires est due essentiellement à la nature des matériaux dont ils sont formés, tandis que leur résistance aux changements de température et à l'action corrosive des fondants dépend surtout de la texture de leur pâte et de la manière dont ils sont façonnés. Il est reconnu en effet et admis dans la pratique, qu'ils résistent d'autant mieux aux brusques variations de la chaleur qu'ils sont plus poreux, et qu'ils sont d'autant moins corrodés que leur pâte est plus dense et plus compacte.

Si le potier peut produire à volonté toutes sortes de textures, depuis le grain le plus serré jusqu'à la pâte la plus lâche, et donner ainsi à ses produits la propriété de passer brusquement d'une température à une autre, ou de résister aux fondants, ce n'est souvent qu'à la suite de nombreux tâtonnements qu'il parvient à obtenir des pâtes complétement infusibles. La difficulté provient surtout de la grande variété de compositions que présentent les argiles et qui est le résultat de leur origine et de leur mode de formation. On sait, en effet, que les argiles proviennent de l'altération des feldspaths, ou plutôt des roches primitives qui ont ces minéraux pour base ou pour partie dominante, et dont les détritus, entraînés par les eaux dans les cavités du sol, ont produit ces dépôts plus ou moins puissants que l'on rencontre dans presque tous les terrains stratifiés.

La variété des roches susceptibles d'éprouver l'altération qui les amène à l'état d'argile, la désagrégation plus ou moins complète dans laquelle elles se trouvaient au moment du transport, les nombreuses substances accidentelles que les eaux ont charriées en même temps et qui s'y sont mélangées, enfin la manière dont s'est fait le dépôt des matériaux tenus en sus-

pension, expliquent, non-seulement l'extrême variété de compositions et de qualités que l'on observe dans les argiles de diverses provenances, mais encore les différences que présentent les parties d'un même gisement, différences parfois tellement prononcées qu'elles en modifient les applications et l'emploi. Cette variation incessante dans la qualité des terres exige des changements continuels dans la composition des pâtes céramiques, et constitue la principale difficulté que doit vaincre le potier pour maintenir l'identité de ses produits.

Les argiles pures ou qui ne contiennent que du sable quartzeux et quelques centièmes de fer, sont infusibles à la plus haute chaleur de nos fourneaux; il en est cependant qui subissent un commencement de ramollissement, décelé par l'aspect lustré qu'elles prennent dans leur cassure. Ce ramollissement a pour cause le rapport existant entre les quantités de silice et d'alumine contenues dans les silicates qui constituent ces argiles, ou plutôt dans les composés nouveaux qui se forment sous l'influence du feu.

On voit, en effet, par les expériences synthétiques de Berthier (1), que les silicates :

	$Al^2O^3,2SiO^3$.	$Al^2O^3,3SiO^3$.
Silice	100	100
Alumine	56.66	37.77

« paraissent être les plus ramollissables de tous, et qu'on dimi-
» nue leur fusibilité en y ajoutant soit de la silice, soit de
» l'alumine. » M. Bischof, dans un travail récent (2), range également, sous le rapport de leur fusibilité relative, les silicates d'alumine dans l'ordre suivant :

(1) *Traité des essais par la voie sèche.* Tome 1er, p. 428.
(2) *Dingler's polyt. journ.* Tome CLXV, p. 378.

$$Al^2O^3,3SiO^3$$
$$Al^2O^3,2SiO^3$$
$$Al^2O^3,\ SiO^3$$

Théoriquement, on pourrait craindre que des argiles très-siliceuses ne pussent résister à l'action corrodante des substances vitrifiables. A ce point de vue, on est porté à donner la préférence aux terres riches en alumine. Mais, s'il est vrai que la silice libre est plus attaquable que l'alumine par les oxydes ou les sels en fusion, il n'en est probablement plus ainsi des silicates d'alumine, et nous citons, à l'appui, le fait que, à la manufacture de cristaux du Val-Saint-Lambert (Liége), un pot, dont la pâte était composée d'un ciment contenant, pour 100 de silice, 13,5 d'alumine, et d'un mélange de terres plastiques où il y avait 19 d'alumine pour 100 de silice, a servi pendant 77 jours, ce qui dépasse de beaucoup la durée moyenne.

Les argiles contiennent presque toujours du sable, qui s'y trouve tantôt en grains assez gros pour pouvoir en être extrait par un simple délayage dans l'eau, suivi de décantation ; tantôt en grains tellement fins qu'on ne peut l'en séparer que par des traitements alternatifs, au moyen de l'acide sulfurique et de la potasse caustique, jusqu'à complète solution des principes constitutifs de l'argile. Très-souvent aussi on rencontre le gros sable et le fin réunis dans la même terre et parfois en quantité considérable. Beaucoup de chimistes n'ont pas distingué, dans les analyses, la silice combinée d'avec le sable quartzeux. Par cette confusion, ils ont attribué une même composition à des argiles différemment constituées et donné des compositions différentes à un même silicate d'alumine contenu dans divers échantillons d'un même gisement.

C'est ainsi qu'on a assigné aux argiles de Forges-les-Eaux et de Montereau les compositions presque identiques ci-après :

	Forges-les-Eaux.	Montereau.
Silice.	0.650	0.644
Alumine	0.240	0.246
Oxyde de fer . . .	traces	traces
Eau	0.110	0.100
	1.000	0.990

Cependant, elles ne peuvent avoir la même constitution, puisqu'on reconnaît à la première, pour faire les pots de verrerie, des qualités qu'on n'admet pas dans la seconde (1). C'est ainsi encore que deux échantillons, provenant d'une même fosse (Samson-Lionnet, province de Namur), mais pris à des profondeurs différentes, ont d'abord donné à l'analyse :

	I	II
Eau, etc.	11,87	8,62
Silice.	58,10	73,15
Alumine	26,30	15,70
Oxyde de fer . . .	2,80	2,15
Chaux	0,80	0,20
Perte.	0,13	0,18
	100,00	100,00

et qu'après en avoir dosé le sable séparément, nous sommes arrivé à la composition suivante :

	I	II
Eau	11,87	8,62
Silice.	40,10	24,75
Alumine	26,30	15,70
Oxyde de fer . . .	2,80	2,15
Chaux	0,80	0,20
Sable { gros . . .	1,45	10,10
Sable { fin	16,55	38,30
Perte.	0,13	0,18
	100,00	100,00

(1) *Traité des arts céramiques*, par Brongniart. Tome II, p. 247

Le calcul indique que, dans ces deux échantillons, il y a, pour 100 de silice, 64 d'alumine; ce qui démontre que l'un et l'autre renferment le même silicate, mélangé à 18 p. c. de sable dans le premier et à 48 p. c. dans le second.

Le sable exerce sur les qualités des argiles une très-grande influence qu'on a souvent attribuée à d'autres causes. En grains très-fins et sous l'action d'une haute température, il entre en combinaison avec les éléments de l'argile pour former, selon les proportions, des composés réfractaires ou ramollissables.

L'argile la plus ramollissable, qui contient :

Silice	100
Alumine	37,77

acquiert plus de résistance au feu par l'addition de 33,33 de sable fin, et devient très-réfractaire si la dose en est doublée. Au contraire, une argile réfractaire, composée de :

Silice	100
Alumine	113,33

deviendra ramollissable si l'on y incorpore 100 de sable fin, et le ramollissement arriverait à son maximum si la quantité de sable ajouté était de 200.

Lorsqu'il est en gros grains, le sable n'exerce qu'une action relativement très-lente, et on le retrouve disséminé dans la pâte sous forme de points blancs très-visibles; il y joue donc le rôle de matière dégraissante ou de *ciment*.

En examinant attentivement des fragments d'un pot de verrerie qui avait subi l'action d'un feu violent et de longue durée, nous avons pu y distinguer des grains de sable dont le diamètre pouvait varier de $0^{mm},039$ à $0^{mm},070$. Le sable extrait par lévigation des argiles dont le pot avait été formé,

présentait au microscope des grains d'un diamètre de $0^{mm},034$ à $0^{mm},085$.

D'après ces chiffres, que nous ne donnons que comme approximation, la distinction que nous avons faite entre le gros sable extrait par lévigation et le sable fin retiré par traitement chimique, pourrait être admise au point de vue technique.

En résumé, l'analyse chimique représentant la composition réelle des argiles, distinguant, dans la roche, ce qu'elle contient à l'état de combinaison de ce qui s'y trouve à l'état de mélange, et indiquant les proportions de sable gros et de sable fin, donne les indications les plus utiles au praticien. Elle lui fait connaître les qualités réfractaires de ses terres, sans qu'il ait besoin de les soumettre à des essais pyrognostiques; elle le dirige dans le choix des matériaux dont il dispose, et lui donne les moyens de calculer les proportions des différentes matières qu'il doit réunir pour former des pâtes résistant au feu. Enfin, elle fait entrevoir la possibilité de créer artificiellement et à prix réduits, soit par l'association d'argiles de compositions déterminées, soit par l'incorporation d'une certaine quantité de sable fin, des mélanges jouissant de la même propriété réfractaire que celle des terres les plus renommées.

Peut-être l'analyse chimique, en faisant connaître les proportions des matières dégraissantes contenues dans les terres, parviendra-t-elle un jour à résoudre un problème non moins important, celui de l'évaluation de la plasticité des terres. Si ce but pouvait être atteint, on supprimerait ou l'on diminuerait considérablement les épreuves empiriques auxquelles le praticien est forcé de se livrer pour apprécier la ténacité de ses pâtes, la facilité de leur façonnage, leur retrait au feu, en un mot, toutes les propriétés physiques dont la connaissance lui est nécessaire pour conduire son travail à bonne fin. Des essais

faits dans cette voie par l'habile directeur de la manufacture de cristaux du Val-Saint-Lambert, M. J. Deprez, ont donné des résultats très-encourageants.

Si, avant d'examiner en détail les produits exposés, nous avons insisté sur ces considérations générales, c'est qu'elles nous ont paru présenter aux fabricants de produits réfractaires quelques jalons scientifiques qui pourraient les guider dans la voie du progrès.

CHAPITRE II.

PRODUITS EXPOSÉS.

Les produits réfractaires étaient représentés par 61 exposants, répartis comme il suit entre les divers pays : Belgique, 16; France, 15; Grande-Bretagne, 12; Prusse, 5; Autriche, 4; Suède, 2; Suisse, 2; Italie, 2; Espagne, 1; Wurtemberg, 1; Bavière, 1. — Dans leur ensemble, ces produits, rangés dans les classes 40, 47, 51 et 65, suivant les divers usages auxquels ils sont destinés, témoignent hautement des progrès accomplis depuis le dernier concours international. Ils sont généralement d'un fini remarquable et plusieurs se distinguent par des dimensions extraordinaires qui dénotent de grandes difficultés de façonnage et de cuisson.

Quelques exposants pensant, avec raison, qu'aux yeux du public les qualités extérieures des objets réfractaires n'offrent pas une garantie suffisante de leur mérite essentiel, consistant dans la résistance au feu, ont cru devoir en faire figurer qui avaient passé par l'épreuve d'une haute température; mais, nous l'avons déjà fait remarquer, un témoignage isolé de ce

genre ne saurait établir que le fabricant a su vaincre la principale difficulté du métier, celle d'obtenir une identité constante de produits; il faut, en outre, qu'il s'appuie tout au moins sur une réputation déjà bien établie.

§ 1. — Belgique.

La Belgique soutient dignement le renom qu'elle s'est acquis dans ce genre de fabrication. Comme en 1855, elle se place au premier rang par la grande variété, la bonne confection et le bas prix de ses produits. Ses cornues pour la distillation de la houille; ses pots de verrerie; ses pierres à étendre; ses creusets pour fonderies; ses briques pour le revêtement intérieur des hauts fourneaux, des fours de fusion, des fours à coke, à gaz, de verrerie, des fours à réchauffer et à puddler, pour foyers de générateur, etc., etc., forment l'assortiment le plus complet qui figure au Champ-de-Mars.

Peu de pays sont, au surplus, dans des conditions aussi favorables pour ce genre de fabrication que la Belgique. Elle trouve en abondance dans son sol toutes les matières premières : argiles plastiques d'excellente qualité, sables purs, quartzite éminemment réfractaire; elle dispose enfin d'un combustible peu coûteux et de bonne qualité. Et tous les centres de production de ces diverses matières, situés dans des localités très-rapprochées, sont reliés entre eux par de nombreuses voies de communication. Ces précieux avantages permettent d'obtenir des produits réfractaires de qualité supérieure et à des prix modiques. Aussi cette industrie a pris une importance considérable en Belgique, où l'on compte aujourd'hui une trentaine de fabriques spéciales, sans y comprendre les poteries annexées à chaque verrerie et aux nombreuses fonderies de zinc.

Il y a en Belgique deux groupes principaux de terres réfractaires. Le plus important, celui d'où l'on tire les terres de qualité supérieure, comprend ces gîtes nombreux qu'on rencontre sur la rive droite de la Meuse, entre Andennes et Namur. Le second appartient au Hainaut et à l'Entre-Sambre-et-Meuse; on y trouve les gîtes de Baudour, Châtelet, Mont-sur-Marchienne, Morialmé, Walcourt, etc., dont les terres, quoique plus sableuses, moins plastiques et moins pures que celles du canton d'Andennes, fournissent, bien employées, des briques réfractaires pour les fours à coke, les foyers de générateurs, les fours de laminoirs, enfin pour les usages qui ne requièrent pas des matériaux de premier choix.

La production annuelle de l'exploitation des terres d'Andennes est d'environ 100,000 tonnes, dont la moitié s'exporte dans toutes les contrées; celle du Hainaut n'est guère que de 25,000 tonnes, qui sont employées dans le pays.

Le prix de revient à Andennes varie depuis 8 francs jusqu'à fr. 12-50 les 1,000 kilog., rendus aux usines de la localité.

Dans le Hainaut, ces prix sont inférieurs; il importe, d'ailleurs, de remarquer que la qualité médiocre des terres ne permet pas d'y pousser les travaux d'exploitation à la même profondeur qu'à Andennes.

La maison G. Timsonet et A. Dartet a exposé, dans la classe 40, des échantillons des terres que fournissent les quinze siéges d'exploitation qu'elle tient constamment en activité et dont chacun peut donner 1,000 tonnes annuellement. Indépendamment d'un grand nombre de verreries du pays et du nord de la France, cette maison, qui date de 1822, approvisionne les fonderies de zinc de la Vieille-Montagne, de Corphalie (Belgique), d'Eschweiler et de Stolberg (Prusse), de la Royale-Asturienne (Espagne), des fonderies de zinc et de cuivre de Swansea et de Newcastle (Grande-Bretagne).

La Société anonyme des terres plastiques et produits réfractaires d'Andennes, dont M. F. Bertrand est directeur-gérant, a également exposé de nombreux échantillons de terres crues et calcinées, provenant de ses exploitations de Sorée, Samson, Tahier, Mozet, Vaudaigle, Francesse et Maibes.

Cette Société retire annuellement de ses exploitations 20,000 tonnes d'argile, dont 8,000 seulement sont vendues, le reste servant à alimenter ses usines, celle d'Andennes, dont l'érection date de 1836, et celle de Seilles, créée en 1867. Elle y occupe 300 ouvriers et emploie des moteurs d'une force totale de 96 chevaux. Les produits fabriqués annuellement s'élèvent à 12,500 tonnes, d'une valeur de 600,000 francs.

La Société anonyme d'Andennes, qui se distingue tout particulièrement dans la fabrication des chemises de haut fourneau, avait exposé une nombreuse série de briques à cet usage, parmi lesquelles on en remarquait deux : l'une, pour couverture de tuyère, de $1^{m},17$ de long sur $1^{m},20$ et $0^{m},52$ de large et $0^{m}40$ d'épaisseur, pesant 585 kilog. ; l'autre, pour pont de creuset, de $1^{m},50$ de long, $1^{m},03$ de large et $0^{m},21$ d'épaisseur, du poids de 429 kilog.

Ces objets justifient la réputation de supériorité que cette maison, fondée en 1835 par John Cockerill, s'est acquise par les soins qu'elle apporte dans le choix des matières premières, la préparation intelligente des pâtes, la bonté du façonnage et une cuisson parfaitement appropriée.

Cette Société est parvenue à substituer, dans la construction des creusets de haut fourneau, la brique réfractaire au poudingue quartzeux de Marchin (Liége), si recherché, pour ses qualités extrêmement réfractaires, par les maîtres de forges du nord de la France, de la Prusse rhénane, de la Bavière, de l'Autriche et de la Saxe. Le mètre cube de briques ne coûte que 125 à 150 francs et pèse seulement 2,000 kilog., tandis

que les pierres de Marchin pèsent, par mètre cube, de 2,700 à 2,800 kilog., au prix de 225 à 250 francs, et sont assez sujettes à éclater.

Les cornues à l'usage des usines à gaz que fabrique l'établissement d'Andennes sont très-estimées. Une cornue, forme ⌓, pesant 580 kilog. et ayant 2^{m},50 de long, se paye 53 francs. Une cornue, même forme, de 3^{m},05 et du poids de 800 kilog., 80 francs.

L'exposition de M. F. Coste, à Tilleur (Liége), comprend un assortiment très-complet de creusets en plombagine et d'autres en terre réfractaire, dont les prix varient de 5 centimes à 10 francs. Ces produits, qui jouissent à un haut degré de toutes les qualités requises et soutiennent la comparaison avec ce que les Anglais font de mieux en ce genre, ont été reconnus par M. Sainte-Claire-Deville comme les meilleurs parmi les nombreuses variétés exposées à Paris en 1855; depuis lors, l'Exposition de 1867 le prouve, M. Coste n'a fait que perfectionner sa fabrication.

Nous devons également mentionner la Société des produits réfractaires de Saint-Ghislain-lez-Mons; MM. Puissant, frères, à Charleroy; Mme V^{e} De Fuisseaux, à Baudour; M. Parmentier, à Jumet, qui ont envoyé au Champ-de-Mars des produits dignes du renom dont jouissent ces industriels. Dans l'exposition du dernier, figure une pierre à étendre le verre à vitre, dont l'exécution parfaite et les grandes dimensions (3 mètres de haut sur 1^{m},25 de large), ont excité l'admiration des visiteurs.

§ 2. — France.

Les produits réfractaires qui figurent dans le compartiment français forment deux séries principales : les objets pour les

établissements industriels et ceux à l'usage des laboratoires de chimie. Nous mentionnerons, parmi les expositions les plus remarquables appartenant à la première série, celles de MM. Louis Bousquet et Cie, à Lyon-Vaise, et de la Société parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz. Fondée en 1854, la maison Louis Bousquet et Cie s'est acquis une réputation méritée dans la fabrication des cornues à gaz, qu'elle fournit aujourd'hui à près de 400 usines de tous les pays : en France, en Italie, en Espagne, en Suisse, en Allemagne et jusqu'en Russie. Un si grand succès ne peut être obtenu que par la supériorité des produits et surtout par la permanence de leurs qualités. Si les cornues de ces exposants ne sont pas irréprochables sous le rapport de la forme et du fini, en revanche elles jouissent d'une telle force de résistance au feu, qu'elles peuvent être placées dans les fours n'étant supportées que par les deux extrémités. Cette qualité procure un double avantage : d'abord, suppression des pièces de four (voussoirs, carneaux, supports) et par là réduction considérable des frais de montage; ensuite économie de combustible, à raison de la rapidité avec laquelle s'opère la distillation, lorsque les cornues sont soumises à l'action directe du foyer. Une cornue de 2m,65 de longueur, qui a servi 18 mois, supportée par les deux bouts, à l'usine à gaz de Vaise, figure parmi les objets exposés.

Indépendamment de la supériorité de leurs cornues, due tout entière à un choix scrupuleux des matières et à une surveillance incessante, à mesure que leurs relations se sont étendues, et que par là leur prix de revient s'est graduellement abaissé, MM. L. Bosquet et Cie ont cherché à en faire profiter leur clientèle, en réduisant successivement leurs prix de vente.

C'est ainsi qu'une cornue moyenne qui, lors de leur début,

en 1854, se vendait 130 francs, se paie aujourd'hui 85 francs, soit près de 35 p. c. de moins.

La difficulté de se pourvoir ailleurs de cornues et d'autres produits spéciaux en terre réfractaire, a forcé les Compagnies gazières de Paris (aujourd'hui réunies sous la raison de Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le gaz) à fabriquer elles-mêmes les pièces réfractaires, nécessaires à l'alimentation de leurs usines. La fabrique de la Villette, par les développements qu'elle a reçus, peut non-seulement satisfaire aux besoins de la Compagnie parisienne, mais encore fournir au commerce des produits de premier choix, au double point de vue de la qualité des terres et de l'exécution. La Compagnie expose de très-beaux spécimens de sa fabrication, tels que cornues de toute dimension, carreaux de revêtement, moufles, pièces spéciales pour calorifères et un petit modèle, très-bien fait, d'un four pour la distillation de la houille.

Grâce au développement que l'enseignement professionnel reçoit aujourd'hui, la fabrication des ustensiles et appareils de laboratoire destinés aux essais industriels et commerciaux, prend de jour en jour plus d'importance. Aussi cette spécialité, jadis très-limitée, est représentée au Champ-de-Mars par quatre exhibitions des plus remarquables, où l'on trouve un ensemble complet de fourneaux à main, à réverbère, à bassines, à tubes, à coupelles, etc., de creusets ronds ou triangulaires, têts à rôtis, moufles à coupellation etc., etc., La fabrique Deyeux, qui date de 1842, et la maison F. Couenne-Hatier, primitivement fondée sous la raison sociale F. Landot dit Beaufay, Souchart et Cie, méritent d'être particulièrement citées pour les belles qualités de leurs produits. Toutes deux ont déjà été mentionnées à l'exposition de 1855.

§ 3. — Grande-Bretagne.

La fabrication de produits réfractaires ne compte pas, dans la section anglaise, un nombre d'exposants en rapport avec l'immense développement qu'elle a pris depuis longtemps dans les Iles Britanniques. Néanmoins, les objets présentés à l'Exposition forment, par leur choix et leur perfection exceptionnelle, une collection très-imposante. Particulièrement favorisés par la nature, nos voisins trouvent dans leur terrain houiller des argiles schisteuses à pâte fine, alternant avec les couches de combustible, et qui sont éminemment réfractaires. Ces argiles n'ont pas la plasticité qui caractérise les argiles supérieures aux terrains néocomiens et crétacés, et ne pourraient que difficilement se prêter au modelage des objets qui exigent une certaine délicatesse de contours; ce n'est même que par une longue exposition à l'air qu'elles se désagrègent suffisamment pour être travaillées, tout en se débarrassant, par vitriolisation, des parcelles de pyrite disséminées dans leur masse.

Ces argiles schisteuses présentent, comme les autres, de très-grandes différences de compositions, à en juger d'après les analyses de M. le D[r] Richardson (1), qui se rapportent à sept variétés provenant du bassin houiller de Newcastle-sur-Tyne, et employées dans la fabrique si renommée de M. Cowen, où on les mélange en différentes proportions, selon les produits à obtenir. L'argile du bassin houiller de Dudley, surtout celle qui est exploitée à Stourbridge, s'exporte dans une grande partie de l'Angleterre. C'est avec cette dernière qu'on fabrique les creusets pour la fonte de l'acier, à Sheffield et à Newcastle. Elle n'éprouve presque point de retrait au feu, ce

(1) *Chimical technology*. Vol. II, p. 356.

que démontrent de nombreux échantillons exposés, formés de deux fragments, dont l'un a été cuit et l'autre est resté cru, et qui se raccordent parfaitement dans leurs cassures les plus irrégulières.

Les argiles du terrain houiller qui ne se retirent pas lorsqu'on les cuit, renferment sans doute un ciment naturel ; elles peuvent donc à elles seules former des pâtes céramiques et être mises directement en œuvre. Nous avons vu faire à Govan (Glascow) des briques de haut fourneau d'une simple pâte d'argile schisteuse, délitée à l'air et broyée avec de l'eau jusqu'à consistance convenable, dans un moulin à meules à plateau tournant. Cependant, pour les cornues à gaz et les pots de verrerie, on y ajoute toujours du ciment provenant soit de la même argile, soit de tessons de vieux pots dont on a enlevé toute trace de matière vitrifiée. Parmi les expositions les plus remarquables, nous signalons celles de MM. Harper et Moores, Perrens et Harrison, de Stourbridge; Cliff et fils, de Wortley, près de Leeds.

Six exposants ont présenté des creusets de plombagine d'une exécution remarquable. La plombagine, qui se mélange aux argiles plastiques de la manière la plus intime, sans leur faire perdre aucune de leurs propriétés, constitue un ciment absolument infusible par lui-même et formant, selon l'expression si exacte de Berthier, *comme une ossature solide qui retient par adhérence l'argile ramollie et l'empêche de s'affaisser*. Les creusets de plombagine ont le précieux avantage de s'échauffer plus vite que les creusets de terre, donc économie de temps et de combustible; de se manier à la pince sans se rompre ni s'écailler; d'être à l'épreuve des plus brusques changements de température, et de résister à l'action chimique des cendres; ils sont d'une durée plus longue conséquemment. Enfin, ils possèdent une qualité très-appréciée des affineurs : l'intérieur

en est tellement lisse, que leur contenu peut être déversé sans qu'aucune particule métallique reste adhérente aux parois. La plombagine étant d'un prix assez élevé, ces creusets coûtent, il est vrai, plus que les creusets ordinaires; mais comme ils durent beaucoup plus longtemps et qu'ils font en moyenne de 30 à 40 fontes, ils sont en réalité plus économiques. Les creusets de plombagine brevetés de la Compagnie de Battersea et de M. J. Hynam, de Londres, se distinguent entre tous.

§ 4. — Autres pays.

Les produits réfractaires occupent aussi une place considérable dans l'exposition allemande. On trouve, sur les bords du Rhin, des argiles plastiques excellentes, exploitées par MM. J. Vygen et Cie, qui ont fondé, en 1856, à Duisbourg, un établissement où ils emploient 120 ouvriers. Il y a été produit, en 1866, 18,938,869 livres d'objets divers : cornues à gaz, creusets, briques pour chemises de hauts fourneaux et revêtement de fours ordinaires, etc., etc. La confection en est fort bonne, et le chiffre que nous venons de citer témoigne hautement de la vogue que ces produits ont acquise. Nous mentionnerons encore MM. Richter (Autriche), Cucurny (Espagne), C. Graff (Bavière), dont les produits présentent les caractères d'une bonne fabrication; enfin M. Stoelzel Otto (Société du Steinberg, à Cassel), qui, avec l'argile de Gross-Almerode, matière première des creusets de Hesse, jadis si renommés, a produit également des pierres réfractaires de très-grande dimension (dix pieds cubes) et parfaitement réussies. Nous exprimons le regret de n'avoir vu à l'Exposition aucun échantillon des creusets de Passau (Bavière), dont la vieille réputation eût pu trouver ainsi l'occasion de se rajeunir.

§ 5. — Récompenses.

Le jury de la 51e classe a décerné aux produits réfractaires 34 récompenses, qui se répartissent par pays comme il suit :

	Médailles d'argent.	Médailles de bronze.	Mentions honorables.
France	2	8	1
Belgique . . .	2	3	4
Grande-Bretagne .	1	2	1
Autriche . . .	1	2	1
Espagne . . .	1	»	»
Prusse	1	»	»
Bavière. . . .	»	1	»
Suède	»	1	»
Suisse	»	»	2

Des 16 exposants belges, 9 ont donc obtenu des distinctions. Ce sont :

La Société anonyme des terres plastiques et produits réfractaires d'Andennes, et

M. Coste, Frédéric, fabricant à Tilleur lez-Liége, qui ont obtenu la médaille d'argent.

La Société des produits réfractaires de Saint-Ghislain lez-Mons ;

Mme Ve N.-J. De Fuisseaux, à Baudour, et

M. A. De Lattre et Cie, à Couillet, à qui le jury a voté la médaille de bronze.

MM. J. Sugg et Cie, à Gand;

MM. N. Englebienne et Decharveng, à Mons;
J.-B. Parmentier, à Jumet, et
Ad. Lecat, à Baume-Saint-Vaast (Hainaut), qui ont obtenu la mention honorable.

Il résulte de ce rapprochement, que la Belgique s'est maintenue à la hauteur de sa réputation industrielle.

J.-P.-T. CHANDELON,
professeur à l'Université de Liége, inspecteur des études à l'École des Arts et manufactures et des Mines, etc.

CLASSE LII.

MOTEURS, GÉNÉRATEURS ET APPAREILS MÉCANIQUES SPÉCIALEMENT ADAPTÉS AUX BESOINS DE L'EXPOSITION.

COMPOSITION DU JURY.

J. **Du Pré**, ingénieur en chef honoraire des ponts et chaussées, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862, *président*	Belgique.
Gouin, ingénieur constructeur, membre du Conseil municipal et de la Chambre de commerce de Paris, *vice-président* . . .	France.
Jacqmin, ingénieur au Corps impérial des ponts et chaussées, directeur de l'exploitation du chemin de fer de l'Est, *secrétaire-rapporteur*	Id.
Mantion, ingénieur au corps impérial des ponts et chaussées, professeur à l'École centrale des arts et manufactures . . .	Id.
Scott Russel, F. R. S..	Grande-Bretagne.
C.-R. Godwyn	Id.
Suppléant : Capt **Beaumont**, R. E.	Id.

L'importance du service des moteurs et appareils mécaniques, spécialement adaptés aux besoins de l'Exposition, a motivé la création d'une classe du jury, et il est nécessaire de donner quelques explications à cet égard.

La classe 52 comprend quatre divisions principales :

Le service mécanique; — Le service hydraulique; — La ventilation; — La manutention.

On peut se demander pourquoi le service mécanique n'a pas été compris dans la classe 53 (machines et appareils de la

mécanique générale), et il est certain que cette division de la classe 52 rentrerait complétement dans le cadre de la classe 53, si les membres du jury de la classe 52 n'avaient pas eu à se préoccuper principalement du mérite des moteurs et appareils mécaniques, *au point de vue des services qu'ils étaient appelés à rendre à l'Exposition.*

La Commission impériale a non-seulement compris de cette manière la mission du jury de la classe 52, mais elle a voulu que ce jury fonctionnât pendant toute la durée de l'Exposition universelle, et d'une manière permanente, pour ainsi dire, afin qu'il pût se rendre un compte exact et parfait des services qu'il devait apprécier.

La Commission impériale a fait une exception, en conséquence, pour la classe 52, par l'art. 29 du règlement, article ainsi conçu :

« Les jurys de classe des classes 52 et 95 présentent, le
» le 30 octobre 1867, au plus tard, à la Commission impé-
» riale, les propositions relatives aux récompenses que le jury
» de groupe leur a réservées. »

On sait que les autres classes du jury devaient présenter les résultats de leurs travaux du 15 au 28 avril 1867.

Le jury de la classe 52 s'est donc appliqué à juger les machines, moteurs, etc., soumis à son examen, au double point de vue de la pratique et des services rendus à l'Exposition. Il les a vus fonctionner pendant plus de six mois. Des ingénieurs distingués, adjoints à la classe 52, ont examiné de près les machines les plus intéressantes, ont noté des diagrammes, etc. Des états de consommation ont été relevés ; aussi, en un mot, le jury s'est assuré, par tous les moyens qu'il a eus en son pouvoir, du mérite des machines motrices qu'il devait juger.

Après ces quelques explications préliminaires et indispensables, nous allons exposer, principalement au point de vue

de l'utilité que nos industriels belges peuvent en retirer, les enseignements qui résultent des faits qui se sont produits dans la classe 52.

SERVICE MÉCANIQUE.

Les proportions de l'Exposition universelle de 1867 dépassaient considérablement toutes celles des Expositions précédentes.

La Commission impériale s'était chargée de procurer gratuitement la force motrice nécessaire pour la mise en marche des machines, appareils, outils, etc., à ceux des exposants qui le réclameraient en temps utile.

C'était, du reste, ce qui avait été fait déjà à l'Exposition de Paris de 1855 et à celle de Londres en 1862.

Mais, il faut bien le dire, à Londres, notamment, malgré un superbe ensemble de générateurs, la force motrice n'avait été fournie qu'avec beaucoup d'irrégularité : la longueur des conduites de vapeur avait amené des condensations des plus embarrassantes, et tous les membres du jury de la mécanique se rappelleront quelles difficultés l'on rencontrait à la mise en marche des machines.

En 1855, à Paris, l'exposition spéciale des machines et de la mécanique en général avait été disposée dans cette longue et vaste galerie, connue sous le nom d'Annexe du bord de l'eau.

La force motrice avait été fournie par huit générateurs, et un arbre de couche unique servait à la transmission.

La longueur de la galerie de l'Exposition de 1855 et l'ensemble du service mécanique avaient nécessité des conduites de vapeur très-étendues. — Le défaut qui s'est reproduit à Londres, en 1862, s'était présenté aussi en 1855, et des condensations abondantes entravaient le service.

Non-seulement en 1867 il fallait profiter des leçons des expériences faites en 1855 et 1862, mais encore il fallait renoncer à réunir les générateurs dans un seul groupe, l'étendue de la galerie des machines et la forme circulaire s'y opposant absolument.

Lors des Expositions de 1855 et de 1862, ce classement si méthodique, qui a été l'un des grands succès de l'Exposition universelle, n'avait pas été strictement imposé, surtout pour les machines, qui avaient été disposées sans ordre de nationalité, et d'après les meilleures convenances des annexes qui les renfermaient. Ces annexes, improvisées toutes deux, ne pouvaient se rattacher à l'ensemble comme si elles avaient fait partie d'un plan primitivement coordonné et étudié.

En 1867, le système de classification s'appliquait rigoureusement à toutes les parties de l'Exposition.

Le groupe de la mécanique occupait la grande galerie elliptique de 1,600 mètres de longueur.

La conséquence forcée de l'adoption du classement méthodique était la nécessité de procurer la force motrice dans toute l'étendue de la galerie circulaire.

Il y avait impossibilité, par conséquent, de demander à un seul groupe de générateurs et à une seule grande machine motrice de fournir la force nécessaire.

Après des études consciencieuses et approfondies, confiées à un comité spécial d'ingénieurs (1), et sur la proposition de ce comité, la Commission impériale se décida à diviser la galerie circulaire en quinze zones, dont chacune serait desservie par une machine avec son générateur.

---

(1) Le comité était composé de M. Charles Calon, ingénieur civil, de MM. Cheysson, Fenard, Jacqmin, Mantion, ingénieurs des ponts et chaussées, Fourneyron, ingénieur civil, et Philips, ingénieur des mines.

Cette solution présentait de grands avantages, dont les principaux étaient de rendre à peu près nulles les causes d'arrêt ou au moins de les localiser.

On a vu, en effet, en 1855 et 1862, tout le service mécanique interrompu et toutes les machines dans une inaction complète, pour une seule réparation à faire. La division en zones ayant chacune sa propre vie, facilitait la transmission aérienne, qui, sauf dans les parties droites du centre, devait être polygonale.

Elle permettait, en outre, de faire appel aux industriels des divers pays, qui devaient apporter quelque amour-propre à faire fournir, par leurs propres machines, la force motrice nécessaire à leurs nationaux.

Elle maintenait rigoureusement le classement méthodique adopté pour l'Exposition.

Par suite de la proposition du comité de la classe 52 et de la résolution de la Commission impériale, la galerie des machines fut donc divisée de la manière suivante, d'après les nations, les différentes classes et les exigences du service :

Angleterre, un lot, pour une force totale de	100	chevaux.
France, huit lots, pour une force totale de	305	—
Belgique, un lot, pour une force totale de .	40	—
Confédération du Nord de l'Allemagne, un lot, pour une force totale de. . . .	35	—
États du Sud de l'Allemagne, un lot, pour une force totale de.	15	—
Autriche, un lot, pour une force totale de	20	—
Suisse, un lot, pour une force totale de .	17	—
États-Unis, un lot, pour une force totale de.	50	—
	582	chevaux.

Sauf pour la Belgique, l'Angleterre et la Confédération du Nord de l'Allemagne, tous les lots mentionnés ci-dessus ont été desservis par des constructeurs français.

La Commission anglaise s'est chargée elle-même de pourvoir à la force motrice nécessaire pour ses exposants.

La Commission belge a traité avec la Commission impériale pour la force motrice de la section belge, et ensuite avec MM. Houget et Teston, de Verviers.

La Commission prussienne a traité avec les mêmes constructeurs pour les États du Nord de l'Allemagne, ou plus exactement avec la succursale de leur maison établie à Aix-la-Chapelle, sous la dénomination Demeuse-Houget et Cie.

Nous ferons connaître plus tard les conditions principales des traités faits à cette occasion, parce qu'elles ont été étudiées avec beaucoup de soins et qu'elles peuvent servir de modèles dans bien des cas.

Avant d'entrer dans le détail des installations des 15 zones, disons de suite qu'il ressort de la proposition du comité de la classe 52 et de la résolution de la Commission impériale, un nouvel exemple de la tendance qui existe généralement à ne plus employer dans les grands ateliers ces énormes machines dont l'arrêt avait pour première conséquence d'entraver tout le travail d'une partie importante d'une usine. On demande, au contraire, à différents moteurs ayant leur marche spéciale la force que l'on demandait auparavant à un seul.

Il est évident qu'on aurait pu d'autant plus facilement réduire le nombre de zones que l'on a connu bien vite l'abstention des constructeurs étrangers, mais on l'a maintenu néanmoins et nous pensons que l'on a très-bien fait.

Déjà dans notre rapport sur la 8me classe de l'Exposition

universelle de Londres, en 1862, — machines en général, — nous avons signalé, parmi les tendances remarquées chez les principaux exposants, celle « d'une division plus grande du » travail des machines dans les ateliers, c'est-à-dire la mul- » tiplication du nombre des machines et l'application plus » spéciale de ces machines à des usages différents. »

Nous ajoutions : « On ne peut assez louer cette division. En » effet, elle amène une régularité dans le travail et une éco- » nomie qu'il est impossible d'atteindre autrement. On com- » prend toute l'irrégularité qui résulte de l'emploi d'une ma- » chine de grande puissance appelée à desservir des outils » affectés à des usages différents (1). »

Nous ne pouvons qu'insister sur ces considérations, et nous constatons qu'elles ont reçu une nouvelle application par le système suivi pour l'Exposition universelle de 1867, avec un succès aussi complet que possible.

Le jury de la classe 52 avait à examiner, pour la France seulement, huit machines établies par huit constructeurs différents, et comprenant ensemble une force totale de 315 chevaux.

Non-seulement aucun de ces constructeurs n'était inconnu, mais tous ont fait leurs preuves depuis longtemps, et il suffira de lire leurs noms pour s'en assurer. Ce sont :

MM. Thomas et T. Powell, de Rouen ;
Lecouteux, de Paris ;
Le Gavrian, de Lille ;
Chevalier et Duvergier, de Lyon ;
Quillacq, d'Anzin ;

---

(1) *Exposition universelle de Londres en 1862. — Documents et rapports. —* 8e classe, *Machines en général.*

MM. Renouard, de Bussière, et Mesmer, de Graffenstaden;
Boyer, de Celle;
Mme De Coster, de Paris.

Sauf un programme général de la force à fournir et de dispositions communes à toutes les zones, les constructeurs ont été parfaitement libres de choisir le type de machine qui leur convenait le mieux.

Il est évident qu'il y a un grand enseignement à tirer de la manière dont ils ont résolu la question dont la solution leur était dévolue.

Nous voyons d'abord que, sur les huit machines de la section française, cinq étaient des machines horizontales; trois étaient verticales : celles de MM. Thomas et T. Powell, de Rouen, de M. Lecouteux et de M. Quillacq.

Si l'on fait attention que la machine de MM. Thomas et T. Powell, de Rouen, ne fait que reproduire un type construit fréquemment par cette maison pour l'industrie cotonnière, — type excellent, du reste, — on s'explique parfaitement que ces constructeurs n'aient pas pris un système horizontal, alors surtout que leur machine était, pour ainsi dire, vendue d'avance, tellement elle convenait aux industriels qui forment la clientèle spéciale de leurs ateliers.

Nous tenons de M. Lecouteux lui-même que, s'il a fait une machine verticale, c'est qu'il a cru comprendre qu'on le désirait, tout en lui laissant la liberté la plus absolue, et que ce désir était exprimé dans le but de ne pas avoir *uniquement* des machines horizontales.

Il résulte de cet exposé, que l'on peut affirmer que les machines horizontales sont plus en faveur que jamais et que la tendance de les employer, que nous avons déjà signalée, est de plus en plus accusée.

Examinons, pour la zone des sections étrangères, si les machines horizontales ont eu le même succès que pour la section française.

Belgique. — MM. Houget et Teston, une machine horizontale de	40	chevaux.
États du Nord de l'Allemagne. — MM. Demeuse et Houget, une machine horizontale de	54	—
Bade, Hesse, Wurtemberg et Bavière. — M. Farcot, une machine horizontale de . .	30	—
Autriche. — M. Farcot, une machine horizontale de	20	—
Suisse. — M. Farcot, une machine horizontale de	17	—
États-Unis. — M. Flaud, machine mixte de .	50	—
Angleterre. — Commission anglaise, trois machines horizontales de	100	—

Ainsi, dans ces sections étrangères, sur neuf machines employées, huit sont horizontales, et la neuvième, celle de M. Flaud, est une machine à vapeur à deux cylindres inclinés et conjugués, très-condensée et donnant une grande force sous un petit volume.

Après avoir constaté ce premier et important enseignement, nous devons reconnaître que l'ensemble des machines soumises à l'examen du jury de la 52me classe a présenté une exécution parfaite, et que les progrès faits par les constructeurs depuis 1862 n'ont cessé de se généraliser.

Non-seulement l'exécution matérielle ne laisse rien à désirer, mais l'on reconnaît avec une grande satisfaction que la science préside beaucoup plus qu'il y a quelques années à la confection des machines. A peu d'exceptions près, elles se pré-

sentent avec une harmonie de formes, une simplicité de combinaison et une solidité d'organes que l'on ne peut assez louer.

En outre, ce qui était presque une exception, il y a quelques années, est devenu la règle. Tous ces perfectionnements reconnus, tels que l'emploi de la détente variable, les précautions contre la déperdition du calorique, l'emploi intelligent de moyens de faciliter la condensation, l'usage de l'acier dans l'exécution des principaux organes se rencontrent chez presque tous les constructeurs.

La conséquence de cette extrême amélioration dans la construction, constatée chez les principaux constructeurs, a été de mettre le jury de la 52me classe dans le plus grand embarras, quand il a fallu classer par ordre de mérite les cinq constructeurs pour lesquels il a demandé la médaille d'or.

Mais, avant de mentionner ces constructeurs, il est juste de commencer par dire que le jury de la 52me classe s'est mis d'accord avec le jury de la 53me classe, pour demander qu'un grand prix fût décerné à la maison Farcot et ses fils, ce que justifient si bien le mérite reconnu de ces constructeurs et les services qu'ils ont rendus à la science et à la pratique, par leur excellent modérateur et par « leur recherche persévérante » des moyens d'utiliser la force expansive de la vapeur et les » progrès notables réalisés par eux dans la construction des » chaudières. » Nous répétons à dessein les propres expressions du rapport du jury.

M. le baron de Bussières étant membre du jury de la classe 54, a été mis hors concours. Sans cette circonstance, il aurait obtenu une médaille d'or pour son excellente machine horizontale, à détente variable et à condensation.

Les cinq autres constructeurs que le jury n'a classés qu'avec beaucoup de peine, et pour lesquels il s'est décidé à demander *ex equo* la médaille d'or, sont les suivants :

M. Lecouteux, de Paris;

MM. Houget et Teston et Demeuse et Houget, à Verviers et Aix-la-Chapelle;

M. Boyer, P., dè Lille;

MM. Thomas et T. Powell, de Rouen;

M. Le Gavrian, de Lille.

Le jury de groupe n'admettant pas les *ex equo,* le jury de la classe 52 a fait un classement, mais en déclarant que les différences qui séparaient les cinq constructeurs étaient de minime importance.

Tout en reconnaissant l'excellente exécution matérielle et les bonnes dispositions des machines faisant partie de la classe 52, nous devons cependant reconnaître aussi qu'aucune découverte remarquable n'a été faite, et, sauf pour les machines de MM. Houget et Teston, les dispositions suivies sont celles usitées généralement.

Il en est autrement, en effet, pour la machine motrice belge, ainsi que pour la machine motrice des États du Nord de l'Allemagne, engins qui méritent une mention spéciale tous deux, à cause de leur disposition compacte et de leur bonne combinaison.

La machine de la section belge, combinée et construite par MM. Houget et Teston, était remarquablement compacte et présentait, sous un petit volume et avec une surface d'emplacement réduite, une grande force. — On en jugera en apprenant qu'elle n'occupait que 4^m,50 de longueur sur 2^m,90 de largeur et 2 mètres de hauteur, et qu'elle était cependant d'une force nominale de 50 chevaux.

L'examen détaillé de cette machine a fait reconnaître que, malgré sa compacité, toutes ses parties et tous ses organes sont complétement à découvert, et que l'accès et la surveillance en sont faciles, commodes et sans danger.

La machine est horizontale, à deux cylindres, à détente et à condensation.

Les deux cylindres, ainsi que leur enveloppe et un réchauffeur tubulaire qui les sépare, sont coulés d'une seule pièce. Le réchauffeur tubulaire permet l'utilisation de la vapeur d'échappement, en l'appliquant à élever la température de l'eau d'alimentation.

Le bâti qui supporte tout cet ensemble a la forme d'un rail creux; le mode d'attache de l'ensemble des cylindres, réchauffeurs, etc., se compose d'une large patte placée à l'une des extrémités du bâti, celle opposée au logement de l'arbre moteur.

Le bâti forme ainsi un système complétement relié, comprenant l'arbre moteur, les cylindres et leurs accessoires, et dont la rigidité est complète.

Les supports des guides des pistons sont aussi supportés latéralement par le bâti.

Le condenseur placé immédiatement sous les cylindres les supporte aussi, et le bâti repose et est boulonné sur un massif de fondation qui a été fait en béton-Coignet.

Si l'on a bien saisi cette courte description, on doit se rendre compte facilement de la forme un peu trapue de la machine, et on doit y reconnaître une grande analogie avec le type des machines de bateau.

On comprend que les courses des pistons ne peuvent être d'une grande longueur et que la machine, pour fournir la force qui lui était demandée, devait marcher à une assez grande vitesse.

Mais, malgré cette circonstance toujours peu favorable, il faut bien le dire, la marche de la machine a été parfaitement régulière pendant toute la durée de l'Exposition, ce qu'il faut attribuer non-seulement à ses bonnes dispositions, mais aussi

aux soins apportés dans la construction de ses principaux organes. Ainsi l'arbre coudé était en acier fondu, les pistons à garniture métallique, etc.

Cette machine est à condensation, mais il est facile de la faire marcher sans condensation : il suffit, pour cela, de fermer la communication avec le condenseur et d'ouvrir un robinet tout préparé, pour établir un échappement direct de la vapeur des cylindres.

Bien que la distribution de vapeur, établie d'après les tiroirs si connus du système Farcot, ne laisse rien à désirer, ainsi que la condensation et les pompes alimentaires, il n'y a rien d'assez remarquable à cet égard pour nécessiter des explications spéciales.

MM. Houget et Teston appellent ce type de machine, *machine demi-fixe*, et ils ont raison, car les machines construites sur ce type sont essentiellement mobiles et peuvent être établies directement au-dessus de leur chaudière. On comprend qu'il suffit pour cela de fixer le cylindre à un châssis boulonné sur la chaudière et la surmontant, et que les paliers des volants et les extrémités du bâti peuvent être installés sur un support à trois bases avec la plus grande facilité.

En peu de temps et par des dispositions d'une extrême simplicité, quoique cependant très-complètes, une machine semblable peut être établie sans grands frais, à condensation ou sans condensation, ce qui sera presque toujours le cas, car la condensation n'est adoptée généralement que pour des machines entièrement fixes.

Nous nous sommes étendu sur cette machine, parce qu'elle présente un type réellement original, et qui conviendra chaque fois que les ateliers dans lesquels des machines semblables devront être employées seront dans des conditions telles que les négligences ne soient point à y redouter.

Ainsi, si nous sommes bien informé, le Gouvernement belge a acquis la machine de l'exposition belge pour la placer dans les ateliers de Malines. Il est impossible de la mettre dans de meilleures conditions; mais s'il s'agissait d'une industrie privée, dans laquelle on pourrait choisir entre cette machine et une machine plus ordinaire, moins compacte, à course plus longue, à vitesse moins grande, nous conseillerions cette machine plus ordinaire, parce que sa conduite présente à l'industriel plus de sécurité, parce que la rapidité de course et de rotation entraîne une surveillance de tous les instants, par l'échauffement et l'usure de tous les organes qui en sont la conséquence, et que ce qu'il y a de plus rare dans l'industrie privée, c'est un bon chauffeur et un bon conducteur de machines.

Dans les ateliers du Gouvernement, à Malines, il en est autrement; mais ce qui convient dans des ateliers dirigés par un personnel spécial, instruit et soigneux, ne convient plus dans les conditions ordinaires de l'industrie.

Nous appelons aussi l'attention de nos industriels sur les chaudières multitubulaires, employées par MM. Houget et Teston, et nous allons dire quelques mots de la seconde machine de ces industriels, exposée dans la section prussienne, et fournissant la force motrice nécessaire à cette section et à celle des États du Nord de l'Allemagne.

Cette machine, construite à la succursale de MM. Houget et Teston, à Aix-la-Chapelle (MM. Demeuse, Houget et Cie), est une machine fixe à deux cylindres extérieurs, et dont la course du piston est assez longue pour que la vitesse soit une vitesse moyenne. Elle est parfaitement établie et a été vendue immédiatement après l'ouverture de l'Exposition, ce qui s'explique parfaitement par cette circonstance qu'elle convenait à toutes les industries.

Nous nous sommes étendu sur l'exposition des machines motrices de MM. Houget et Teston, parce que ces industriels, qui avaient accepté la mission de fournir la force motrice à la section belge et à la section prussienne, ont non-seulement rempli leur tâche avec désintéressement, soin, intelligence et dévouement, mais encore se sont écartés des errements ordinaires, et n'ont pas hésité à sortir des formes habituelles des machines, alors cependant que leurs moteurs devaient fonctionner sous les yeux les plus expérimentés, et dans des conditions de service qui ne permettaient pas la moindre indulgence ; car les réclamations les plus vives auraient suivi immédiatement les plus légères fautes ou les plus courtes interruptions.

Il nous reste une remarque assez singulière à faire : si la machine motrice de la section belge, demi-fixe, rappelle le type des machines de bateaux, la machine motrice de la section prussienne rappelle beaucoup la disposition des machines locomotives pour marchandises, à cylindres extérieurs. Cette double analogie est la meilleure preuve que les deux machines sont disposées de manière à donner la plus grande force possible sous le plus petit volume et le moindre espace (1).

Les machines anglaises ne présentaient rien de remarquable : elles se réduisaient à deux machines principales, celle de MM. Galloway, dont la trop robuste membrure ne s'expliquait que par sa destination spéciale.— le jury a appris qu'elle devait être employée dans un laminoir — et celle de MM. Ransome et Sims. Le jury de la 52e classe a laissé à la classe 53, dans laquelle MM. Ransome et Sims avaient une

---

(1) L'établissement de ces deux machines, avec leurs chaudières, conduites, accessoires, etc., a été fait sous la direction de M. Félix Beckers, ingénieur honoraire des ponts et chaussées, attaché à la Commission belge. Il a été reconnu, par les ingénieurs de la Commission impériale, qu'il n'avait rien laissé à désirer.

12

large et magnifique exposition, le soin de juger cette importante maison.

Quelques locomobiles ont été employées aussi à fournir la force motrice dans des locaux séparés de la grande galerie, notamment dans la rotonde établie dans le parc de la section belge. Tout en constatant que la fabrication des locomobiles s'est accrue dans une grande proportion, et que les progrès les plus satisfaisants ont été réalisés dans leur exécution, nous n'avons rien à signaler comme étant hors ligne.

La machine à gaz Lenoir a été employée aussi dans les conditions auxquelles elle convient parfaitement, c'est-à-dire pour la production d'une force relativement faible, et il est certain que, tout en reconnaissant que son emploi n'est pas économique, tant s'en faut, elle rend les services les plus sérieux dans bien des circonstances. Nous en donnons la preuve par l'extension de leur emploi, et nous avons sous les yeux un tableau indiquant les noms et les adresses de 124 industriels de Paris qui en ont établi dans leurs ateliers.

Mais ce même tableau indique aussi que sur ces 124 machines à gaz, *une seule* produit la force de quatre chevaux, tandis que la majorité n'est que de la force d'un cheval.

Cela est parfaitement rationnel : pour des forces aussi réduites, on ne peut songer à adapter des chaudières à des machines ordinaires ; mais aussitôt que l'on doit dépasser la force de 3 à 4 chevaux, la dépense des machines à gaz devient trop forte pour continuer à les employer.

La question de l'application des machines à gaz sur une grande échelle, pour la production de forces motrices importantes, a été jugée déjà à l'Exposition de Paris de 1855 (et à Londres, en 1862). Le rôle qu'on avait assigné dès cette époque à ces machines était restreint à leur emploi dans les petits ateliers et pour la production de forces très-faibles,

alors surtout qu'il y avait impossibilité de placer des machines ordinaires avec leurs accessoires.

L'expérience des douze années qui se sont écoulées depuis l'Exposition de 1855 n'a fait que confirmer le jugement porté à cette époque.

Réduite aux usages restreints auxquels elle convient, la machine à gaz Lenoir restera une machine ingénieuse dans laquelle l'emploi du gaz d'éclairage ordinaire et de l'électricité est intelligemment employé, ce qui rend de grands services à la petite industrie et dans les chantiers de construction.

Le jury de la 52e classe a eu à s'occuper, par une circonstance toute particulière, d'une machine à ammoniaque, inventée par M. Frot, ingénieur de la marine, à Orléans, bien que cette machine n'ait pas été appliquée aux besoins de l'Exposition.

Nous avons rappelé plus haut que toutes les classes des jurys devaient remettre leurs rapports du 15 au 28 avril 1867, et avoir terminé leurs travaux de manière que les récompenses accordées pussent être distribuées le 1er juillet 1868, et qu'il avait cependant été fait exception à cette règle pour la classe 52, qui devait fonctionner, d'une manière permanente, pendant toute la durée de l'Exposition.

La machine de M. Frot, ayant été soumise à une Commission spéciale du Ministère de la Marine, n'a pu être exposée que tardivement, et, afin de ne pas priver M. Frot d'une récompense éventuelle, et qu'il ne subît pas un préjudice réel de cette circonstance que sa machine avait été retenue pour l'étude qu'en faisait faire S. Exc. M. le Ministre de la Marine, la classe 52 fut chargée de son examen.

Depuis longtemps l'on s'est occupé de rechercher le moyen de remplacer la vapeur d'eau par la vapeur de fluides éminemment volatiles. Une expérience est restée même tristement

célèbre : celle par laquelle Brumel essaya l'emploi de l'acide carbonique solidifié, et qui amena une explosion qui fit six victimes.

M. Nollet, professeur de physique à l'école militaire de Bruxelles, avait fait, il y a plus de vingt ans, une machine dans laquelle il substituait à la vapeur d'eau la vapeur d'éther, que l'on condensait ensuite de manière à être réemployée et à établir ainsi un *circulus*, comme dans la machine à faire la glace de M. Carez.

Mais l'emploi de la vapeur d'éther était excessivement dangereux, à cause de la facilité de s'enflammer que présente ce volatile.

Quoi qu'il en soit, il était naturel que l'on cherchât à employer des gaz d'une expansion rapide et qui ne demandaient que peu de chaleur pour produire des pressions équivalentes à celle de la vapeur d'eau.

M. Frot, suivant ce genre de recherches, a été conduit à une disposition nouvelle et qui mérite un examen sérieux.

La machine de M. Frot est une machine à gaz ammoniac et vapeur d'eau mélangés dans une proportion de 80 p. c. au moins de gaz ammoniac.

M. Frot dit lui-même que sa machine est basée :

« Sur la faible chaleur latente de dissolution du gaz ammo-
» niac dans l'eau (100 calories environ), laquelle ne se trouve
» être que le cinquième de la chaleur latente de vaporisation
» de l'eau, ce qui donne une économie très-considérable de
» combustible en marche normale.

» Sur la propriété qu'a ce gaz de se séparer de sa dissolu-
» tion à de basses températures, ce qui permet d'obtenir la
» mise en pression en peu de temps.

» Sur la facile absorption de ce gaz par l'eau, absorption
» assez rapide pour qu'on puisse obtenir dans le *dissoluteur*,

» appareil où se reconstitue la dissolution, un vide de 30 à » 40 centimètres de mercure. »

M. Frot, après avoir rappelé que l'ammoniaque n'attaque pas le fer, évalue à 150 francs par cheval la dépense d'application de son système à une machine ordinaire de 25 chevaux, et il est certain que cette application est très-facile, comme on pourra le reconnaître par la description de la machine à ammoniaque.

La chaudière — une chaudière d'un système quelconque — étant remplie d'une dissolution d'ammoniaque à 80 p. c., on la chauffe. Les gaz se rendent dans le cylindre et, après avoir fait leur effet utile, sont évacués dans un condenseur qui sert à la condensation de la vapeur et au *refroidissement du gaz ammoniac*. Une injection d'eau froide redissout le gaz, et l'ensemble des vapeurs mélangées et de l'eau d'injection, qui se charge d'ammoniaque, est conduit dans un appareil nommé *dissoluteur*, d'où le nouveau mélange est renvoyé à la chaudière par une pompe alimentaire spéciale.

Il importe de bien remarquer que l'eau d'injection provient de la chaudière elle-même et est refroidie par son passage dans un premier serpentin qui enveloppe l'eau d'alimentation, et dans un second serpentin plongé dans l'eau froide.

Sans cette circonstance, le *circulus* n'existerait pas et l'eau d'injection affaiblirait la dissolution et la rendrait bientôt trop faible.

Ajoutons que l'eau employée au refroidissement, après avoir traversé le dissoluteur pour enlever le calorique de dissolution, enveloppe le condenseur et débouche dans un réservoir qui contient le serpentin d'extraction de la chaudière.

Nous pensons qu'on saisira parfaitement cette disposition, sans l'aide d'une figure.

Nous ne connaissons pas le résultat des expériences faites

par la Commission nommée par M. le Ministre de la Marine, et nous croyons qu'elles ne sont pas terminées; mais nous pouvons constater qu'à l'Exposition universelle, la marche de l'appareil de M. Frot a été des plus satisfaisantes.

L'inventeur l'avait appliqué à une ancienne locomobile à vapeur de M. Claparède, de la force de 15 chevaux, et qui n'avait subi d'autres modifications que la substitution du fer au cuivre, dans toutes les parties qui pouvaient être en contact avec le gaz ammoniac.

Il est clair qu'une machine semblable, si elle ne présente pas de défauts dans la pratique, et il y a lieu d'espérer qu'il en est ainsi, doit produire une économie notable de combustible.

Le jury de la classe 52 a décerné une médaille d'argent à M. Frot et a montré ainsi qu'il appréciait les résultats pratiques obtenus par cet inventeur.

Nous rappellerons que M. de Tremblay a inventé une machine marchant par la vapeur d'éther sulfurique, basée sur les mêmes principes que celle de M. Frot, mais disposée tout autrement. — On en trouvera la description dans Armengaud (publication industrielle des machines, outils et appareils, etc. — 5me volume, 1847). — Cette machine a l'inconvénient d'employer l'éther, substance éminemment dangereuse en raison de la facilité qu'elle présente à s'enflammer.

Quoi qu'il en soit, on ne peut assez encourager des recherches de cette nature, qui donnent déjà des résultats aussi remarquables que ceux obtenus par M. Frot, et qui ne tarderont pas, nous l'espérons, à entrer dans la pratique.

Avant de terminer ce qui concerne les machines à vapeur proprement dites, nous devons dire quelques mots d'un appareil des plus ingénieux, qui a fonctionné sous nos yeux pendant toute la durée de l'Exposition, et avec une parfaite régularité : nous voulons parler de *l'appareil alimentateur*

automatique et compteur d'eau, breveté, de MM. Houget et Teston et L. Roufosse.

Il consiste dans un récipient clos, mis en communication, d'une part, avec un réservoir placé à un niveau supérieur de la chaudière, et, de l'autre, avec la chaudière elle-même.

Des soupapes sont établies de manière que la communication avec le réservoir supérieur étant établie, l'écoulement de l'eau de ce réservoir est arrêtée lorsque le récipient est plein jusqu'à une certaine hauteur.

D'un autre côté, l'eau du récipient étant à cette hauteur, une soupape établit une communication avec la vapeur de la chaudière, d'une part, et une autre avec la chaudière elle-même.

Qu'en résulte-t-il? Trois effets :

Communication interrompue momentanément entre le réservoir d'eau et le récipient, quand l'eau atteint dans ce dernier une certaine hauteur ;

Pression de la vapeur de la chaudière sur l'eau contenue dans le récipient, etc. ;

Écoulement de cette eau dans la chaudière par l'effet de cette pression, et au moyen de la communication qui s'est ouverte entre le récipient et la chaudière.

Le jeu des trois soupapes est mis en action par un système de flotteurs, et *est parfaitement automatique*.

Aussitôt que l'eau du récipient s'est écoulée dans la chaudière jusqu'à un certain point très-bas du récipient, la communication du récipient et du réservoir se rétablit, et celles du récipient avec la chaudière, tant pour la vapeur que pour l'eau, se referment de nouveau.

Le même effet se reproduit régulièrement chaque fois que l'eau atteint un certain niveau dans le récipient, et l'on se trouve avoir ainsi un moyen d'une simplicité extrême, d'une exécution facile et d'une grande exactitude, d'alimenter les

chaudières tout en mesurant les quantités d'eau vaporisée, seul moyen pratique, avec le mesurage des quantités de combustible consumé, de se rendre compte de la dépense journalière d'une machine.

Si nous ajoutons que la vapeur qui vient presser sur la colonne d'eau du récipient pour la faire passer dans la chaudière, lui cède en même temps une partie de sa chaleur, et qu'un compteur mis en mouvement par les variations de pression dans le récipient, indique les quantités d'eau qui passent du récipient dans l'appareil, nous aurons fait connaître complétement l'invention dont nous nous occupons, et qui a été récompensée d'une médaille d'argent.

DES TRANSMISSIONS TÉLODYNAMIQUES.

Le jury de la 52e classe a eu à s'occuper de l'une des dispositions les plus pratiques que la mécanique ait présentées depuis longtemps : nous voulons parler des transmissions télodynamiques, que nous allons expliquer en peu de mots, les bases de ce rapport ne nous permettant pas de nous étendre autant que nous le voudrions sur la belle invention de M. Ferdinand Hirn.

Comme nous l'avons dit plus haut, le service hydraulique de l'Exposition faisait partie de la classe 52.

Une pompe rotative de MM. Neut et Dumont, *placée à 150 mètres de distance* d'une locomobile de M. Calla, de la force de 25 chevaux, était mise en mouvement par cette locomobile, au moyen de deux poulies de 2 mètres de diamètre, reliées par un câble en fil de fer de neuf millimètres d'épaisseur, la première, dite poulie d'action, recevant son mouvement de la locomobile placée près de celle-ci ; l'autre, dite de réception, étant placée près de la pompe rotative, à 150 mètres de distance.

Le câble était maintenu, au milieu de la distance, par deux poulies de support.

Cette disposition si simple a valu cependant à son auteur un grand prix de dix mille francs et la croix de la Légion d'honneur, parce qu'elle repose sur le principe *de ses appareils de transmission, à très-grande distance, de forces considérables, sur les lieux où elles existent, appareils désignés sous le nom de câbles télodynamiques.*

Tous les ingénieurs savent quelles difficultés l'on rencontre dans la transmission des forces à quelque distance, par les moyens ordinaires, axes ou arbres de couche, engrenages, conduites de vapeur, roues d'angle, etc.

Ces difficultés sont telles, qu'elles arrivaient bientôt à rendre illusoires les moyens de transmission ordinaires, la force que l'on veut transmettre à une certaine distance, quoique considérable au point de départ, étant absorbée et perdue par les effets de tension, les frottements, les chocs, les refroidissements, etc.

C'est à ces difficultés que M. Hirn est parvenu à remédier, en se basant sur ce principe de mécanique que la puissance dynamique est mesurée par le produit de la force multipliée par la vitesse avec laquelle elle se meut.

Il découle de ce principe, que l'on peut toujours théoriquement convertir la puissance en vitesse, et réciproquement la vitesse en puissance.

M. Hirn, ayant à transporter une force à une distance de 80 mètres, a disposé à cette distance deux poulies de 4 mètres, marchant à une vitesse de 100 à 150 tours par minute, au moyen d'un câble enroulé autour de ces poulies. La puissance de la première poulie a été transmise ainsi à l'autre, avec une perte si faible, qu'elle ne dépasse pas 2 1/2 pour cent.

Que se passe-t-il dans cet appareil ?

La première poulie est activée par une machine quelconque. Le câble qui la réunit à la seconde met cette dernière en mouvement. — Ce câble, d'un faible diamètre, doit être considéré théoriquement comme un ensemble de masses isolées se succédant d'une manière continue et auxquelles la vitesse de la poulie d'action est imprimée.

Le câble transmet donc parfaitement la puissance de la poulie avec sa vitesse.

Elle la restitue à la poulie de réception qui en tire les usages industriels dont on a besoin.

Il n'y a pas d'autres causes de pertes de force dans cette disposition que la résistance de l'air aux bras des poulies et celle provenant de la rigidité du câble et de son frottement dans les gorges des poulies et des poulies sur leurs coussinets; or toutes ces causes sont si faibles qu'elles se réduisent à 2 1/2 p. c., comme l'ont indiqué les expériences nombreuses faites par M. Hirn.

Si l'on veut étendre la transmission des forces à une plus grande longueur, il suffit de prolonger les câbles et de placer de cent mètres en cent mètres des poulies de support sur lesquelles reposent les câbles.

Les applications de l'invention de M. Hirn se comptent maintenant par centaines, en Alsace surtout, et se sont étendues en Suisse, en Russie, en Suède et en Danemark. Elles présentent des avantages immenses, et la plus grande poudrière du monde, celle d'Ockhta, en Russie, est entièrement activée par des transmissions télodynamiques dont la longueur varie de 400 à 1,600 mètres.

A Schaffhouse, la Compagnie Baloin, dite *Compagnie d'utilisation des forces du Rhin*, a pris 400 chevaux à la chute du Rhin, au moyen d'une turbine, et a transmis cette force à 800 mètres de distance à plusieurs usines.

Lors de la construction du pont sur le Rhin, à Kehl, on a fait usage aussi d'une transmission télodynamique, et, dans l'agriculture, ces transmissions rendent et sont appelées à rendre de grands services.

En effet, aujourd'hui que l'emploi des machines agricoles tend à devenir plus usuel de jour en jour, que d'incendies n'a-t-on pas eu à déplorer déjà, à cause de l'établissement de machines dans des granges ou à proximité des récoltes! Avec le câble télodynamique, les machines sont placées à de grandes distances, et tout danger disparaît.

Nous n'en finirions pas si nous voulions faire connaître ici toutes les applications dont sont susceptibles les transmissions télodynamiques. — Nous devons nous borner à indiquer leur importance, et nous faisons connaître aux personnes qui voudraient en établir et les étudier d'une manière approfondie, que nous leur avons consacré un mémoire spécial, dans les *Annales des travaux publics de Belgique*, et qu'elles trouveront dans ce mémoire tous les détails relatifs à leur établissement, à leurs prix de revient, etc., etc.

Le jury de la 52me classe s'est livré à un examen approfondi de cette belle invention. — Il a reçu des réclamations de priorité qui l'ont engagé à se procurer tous les brevets qui ont été accordés pour des procédés ou des dispositions ayant pour objet la transmission des forces à grande distance.

Il a pu s'assurer ainsi que l'invention de M. Hirn s'écarte *absolument* de toutes celles qu'on lui opposait, et c'est avec parfaite connaissance de cause que le jury de la 52me classe a proposé un grand prix de dix mille francs pour M. Hirn. — Le jury des présidents du groupe de la mécanique a adopté la proposition de la 5me classe à l'unanimité, et le jury supérieur l'a votée *par acclamation*.

M. Hirn n'a pas pris de brevet pour une disposition dont

les applications nombreuses l'auraient enrichi promptement. Cet exemple de désintéressement doit être constaté et est au-dessus de tout éloge.

CHAUDIÈRES.

L'Exposition universelle de 1867 a présenté, plus que jamais, une grande variété de chaudières, et l'on ne peut assez louer les efforts que l'on a faits pour améliorer les générateurs, chaque amélioration véritable se traduisant par une économie dans les dépenses.

La tendance à employer des tubes bouilleurs et des tubes verticaux continue à se généraliser. Nous devons signaler surtout, parmi les nombreuses chaudières que nous avons eu à examiner, celles de MM. Farcas, de MM. Laurens et Thomas, Chevalier, de Lyon, et Galloway, de Manchester.

Toutes ces chaudières sont trop connues pour en donner ici la description, et les industriels qui les fabriquent ont signé des publications qui font connaître leurs dispositions, leur prix, etc.

Nous devons cependant signaler le moyen employé par MM. Galloway et fils, pour remédier à un accident fréquent dans les chaudières du Cornouailles : l'aplatissement du foyer de l'extérieur à l'intérieur.

MM. Galloway combattent cet effet désastreux par le placement d'un grand nombre de tubes tronconiques, disposés dans le tube principal de la chaudière, et établissant une circulation entre les parties supérieures et inférieures, en même temps qu'ils fonctionnent comme entretoises rigides et augmentent la surface de chauffe.

Le jury de la 52ᵉ classe s'est préoccupé de la difficulté de la fabrication de pose de ces tubes; mais les détails qui lui

ont été donnés à ce sujet ont fait disparaître ses appréhensions et lui ont démontré que cette difficulté était plus apparente que réelle.

En somme, le jury a constaté que tous les perfectionnements reconnus ont été appliqués *avec plus ou moins de succès.* Nous disons avec plus ou moins de succès, parce qu'il en est qui demandent des soins très-délicats et très-particuliers. Ainsi, la combustion du gaz dans le foyer, au moyen d'une injection d'eau froide, est d'une grande facilité; mais il n'est pas aussi facile de réaliser une économie par cette disposition. Il n'arrive que trop fréquemment qu'une partie de cette combustion a lieu aux dépens de la formation de la vapeur, la combustion du gaz exigeant une certaine quantité d'air froid qui se réchauffe et *se met en équilibre de température avec le foyer.* Or toute la chaleur employée à réchauffer l'eau froide est perdue pour la formation de la vapeur.

Quant aux appareils de fumivorité, ils n'ont rien présenté d'assez remarquable pour être signalé.

Disons-le franchement : toutes ces dispositions sont excellentes (ou à peu près toutes) quand elles sont bien conduites, et peu efficaces quand le chauffeur n'est pas instruit, intelligent et attentif. La principale amélioration de détails à apporter est la formation de bons chauffeurs. Si l'industrie s'appliquait, autant que le font les administrateurs de chemins de fer, à avoir de bons chauffeurs, elle réaliserait des économies considérables. Combien de fois n'arrive-t-il pas qu'un même procédé donne des résultats absolument différents dans deux usines, sans que l'on s'explique les causes d'une anomalie semblable, alors qu'elles existent seulement dans la différence de conduite des chaudières par les chauffeurs!

Plusieurs exposants de chaudières ont demandé, avec une certaine vivacité même, que l'on fît des expériences compara-

tives des chaudières en action au Champ-de-Mars, et le jury de la 52[me] classe, après un examen approfondi, a reconnu qu'il était impossible de les réaliser avec quelque certitude.

En effet, les chaudières étaient appelées à faire des services différents ; leurs propriétaires employaient des qualités de charbon qui n'étaient pas les mêmes; certaines chaudières avaient des conduites de vapeur très-longues, soumises à des condensations abondantes, — celles-là étaient mieux alimentées que d'autres; la qualité des eaux n'était pas toujours la même. Dans ces conditions, le jury ne pouvait arriver à des résultats sérieux, offrant quelque sécurité, et il a dû s'abstenir.

SERVICE HYDRAULIQUE.

Nous devons nous placer, dans la rédaction de ce rapport, principalement au point de vue de nos industriels belges.

Le service hydraulique, si remarquable du reste, ne les intéresse que fort peu, et sauf en ce qui concerne les principes employés, il n'y aurait pour eux qu'un intérêt de curiosité à le leur faire connaître.

Or ceux d'entre eux qui voudraient étudier l'ensemble des dispositions qui avaient été prises pour alimenter les besoins de l'Exposition universelle de 1867, *et qui représentaient ceux d'une ville de cent mille âmes*, le trouveront décrit dans le rapport de MM. Jacqmin et Cheysson, ingénieurs des ponts et chaussées (1).

Les pompes employées sont celles bien connues de MM. Letestu et Calla, Coignard, Nillus jeune, Rouffet et Thirion et Neut et Dumont. — Elles ont fait toutes leurs preuves dans bien des circonstances, notamment dans l'exé-

(1) Rapports du jury international publiés sous la direction de M. Michel Chevalier. — Paris, 1867. Paul Dupont. — *Voyez* tome VIII, pages 520 et suivantes.

cution de grands travaux d'utilité publique, et nous pouvons en conseiller l'emploi avec toute sécurité.

Elles ont été l'objet de nouvelles récompenses qui n'ont fait que confirmer celles qui leur avaient été accordées précédemment.

VENTILATION.

La Commission impériale s'est préoccupée, avec raison, de la ventilation d'un édifice qui s'étendait sur quatorze hectares et qui pouvait contenir, à un moment donné, plus de 200,000 personnes à la fois.

La Commission pouvait compter sur une double ventilation : la ventilation naturelle, produite par des dispositions heureusement combinées d'ouvertures permettant de recueillir l'air de toutes parts et à toutes les expositions ; la ventilation artificielle, en produisant des courants d'air par des moyens mécaniques.

Il ne peut entrer dans le cadre de ce rapport de donner les détails de l'ensemble des dispositions prises par la Commission : cela n'aurait qu'un intérêt de curiosité pour nos industriels, et nous pouvons indiquer, à ceux qui désireraient cependant les avoir, le rapport fait par M. le vicomte d'Ussel, ingénieur des ponts et chaussées, sur la ventilation du Palais (1).

Le Palais de l'Exposition universelle de 1867 a été si admirablement disposé au point de vue de la ventilation, qu'aucune plainte ne s'est produite pendant les grandes chaleurs, et que tout le monde a pu constater que la température était généralement moins élevée dans le Palais que dans les jardins qui l'entourent.

Cette circonstance provenait de ce que, à la ventilation natu-

---

(1) Rapports du jury international. — *Voyez* même tome, pages 587 et suivantes.

relle, produite par les 32 portes du Palais, s'ajoutait un courant d'air produit par des moyens mécaniques.

Voici en peu de mots l'ensemble des dispositions prises pour produire ce courant d'air artificiel.

Il existait sous le Palais tout un réseau de galeries souterraines, nécessaires pour le service d'une installation aussi colossale que celle de 1867.

Ce réseau était en communication avec le Palais, par un grand nombre d'ouvertures placées dans les chemins de service et recouvertes de treillis à claire-voie.

On a imaginé d'entraîner mécaniquement l'air des souterrains dans le Palais, en le faisant passer par les treillis à claire-voie, et en le renouvelant par des prises d'air en nombre suffisant.

A cet effet, on a injecté dans les galeries un fort jet d'*air comprimé*, au moyen d'un tuyau placé dans chacune des prises d'air, et qui entraîne dans son expansion une grande partie de l'air ambiant.

Il se produit ainsi un courant d'air régulier et continu entre l'air extérieur et l'air du Palais, qui se renouvelle constamment.

Quatre appareils de compression ont été établis autour du Palais, et le système général employé est celui de MM. Piarron de Mondésir, Lehaitre et Julienne, qui ont été récompensés, par une médaille d'or, des excellents résultats qu'ils ont obtenus.

ANNEXE.

La Commission impériale a remis, comme nous l'avons dit, la production de la force motrice nécessaire pour mettre en action les machines, outils, métiers, etc., de la grande galerie, à un certain nombre de constructeurs.

Elle a fait avec ces constructeurs des contrats sur un modèle généralement uniforme et dont nous croyons très-utile de reproduire ici le type.

Ce contrat a donné lieu à de nombreuses discussions, auxquelles nous avons pris part comme membre délégué de la Commission belge et comme la représentant dans les négociations qui ont précédé l'entreprise de la production de la force motrice pour la section belge, entreprise pour laquelle la Commission belge a traité ensuite avec MM. Houget et Teston.

Voici le texte général des contrats : nous en avons supprimé tout ce qui était spécial, pour ne conserver que les données générales qui présentent un véritable intérêt pour les ingénieurs et les industriels.

TRAITÉ POUR LA PRODUCTION DE LA FORCE MOTRICE NÉCESSAIRE POUR LA SECTION...

Objet du traité. — ARTICLE PREMIER. L'entrepreneur soussigné prend l'engagement, qui est accepté par la Commission impériale, de fournir la force motrice nécessaire aux appareils exposés dans la portion de la galerie des machines affectée aux classes n^{os}...

Cette portion a une longueur de..., mesurée suivant l'axe de la galerie. Les appareils à faire mouvoir occuperont le massif central de cette galerie, sur 23 mètres de largeur, et recevront leur mouvement de deux arbres de couche, supportés à $4^{m},36$ au-dessus du sol, sur les colonnes d'une plate-forme centrale qui sert en même temps à la circulation des visiteurs.

Production de la force. — Art. 2. La force motrice nécessaire à ce service sera produite par la vapeur.

Bâtiment du générateur. — Art. 3. Le bâtiment destiné à abriter le générateur aura les dimensions ci-après :

. . . .

Il sera placé parallèlement au chemin rayonnant, et son parement le plus rapproché du Palais sera distant de 60 mètres de l'axe de la galerie des machines.

Cheminée. — Art. 4. La cheminée destinée à l'échappement des gaz de la combustion sera placée latéralement au grand côté du bâtiment le plus éloigné du Palais. Elle sera en briques et aura une hauteur d'au moins 30 mètres.

Générateur. — Art. 5. Le générateur de vapeur consistera en une chaudière de ... mètres carrés de surface de chauffe. *(Définition de la chaudière.)*. . . . .

Art. 6. Le générateur sera pourvu de tous les appareils de sûreté prescrits par le décret du 28 janvier 1865, dont toutes les prescriptions seront d'ailleurs obligatoires pour M.... Il sera muni, en outre, d'un appareil fumivore, au choix de ce constructeur.

En cas d'une production trop abondante de fumée, la Commission impériale se réserve le droit d'imposer à l'entrepreneur soussigné l'emploi exclusif du coke.

Distribution de la vapeur. — Art. 7. La machine motrice étant placée à l'intérieur de la galerie des arts usuels, la vapeur du générateur doit y être conduite par un tuyau placé dans un carneau.

Carneau. — Art. 8. Ce carneau aura, dans œuvre, une hauteur de 1^m,60 et une largeur de 1 mètre.

Les parois seront en maçonnerie et auront une épaisseur suffisante pour résister à la poussée des terres et supporter les tuyaux qui y seront contenus. Son radier sera également maçonné.

Il sera recouvert par un tablier en bois, formé de madriers simplement jointifs de 7 à 8 centimètres d'épaisseur, et posés transversalement à sa longueur. Ce tablier sera apparent et formera plancher dans la galerie des arts usuels. Dans la traversée du jardin, il sera recouvert d'une couche de terre d'environ 30 centimètres, nécessaire pour la formation d'une pelouse.

Ce carneau vient couper à angle droit la galerie souterraine correspondant à la galerie des aliments. Dans la zone affectée à l'aérage, il est complétement interrompu ; dans celle qui est destinée aux caves, il est isolé des portions voisines par deux cloisons latérales et par une cloison de fond, dans laquelle est pratiquée une porte de communication.

Tuyaux de vapeur. — Art. 9. Les tuyaux de prise de vapeur seront en fonte. Leur assemblage s'effectuera par des joints à brides soigneusement dressés. Ils seront supportés par des crampons scellés dans une des parois du carneau, et analogues à ceux qu'emploie le service municipal de la ville de Paris pour soutenir les conduites d'eau dans les égouts.

Art. 10. M.... est tenu de prendre toutes les précautions nécessaires pour prévenir les inconvénients qui pourraient ré-

sulter de la condensation de la vapeur ou de la dilatation des tuyaux.

Distribution de la vapeur et écoulement de l'eau de condensation. — Art. 11. La vapeur produite par le générateur est conduite au tiroir de la machine motrice. Après avoir agi sur le piston, elle est condensée et va se perdre avec l'eau de condensation dans la conduite en ciment qui traverse à angle droit le carneau, et qui est établie le long de la paroi extérieure de la galerie des arts usuels pour recevoir les eaux pluviales du Palais.

Le tuyau d'amenée de l'eau de condensation est posé dans le carneau à côté de celui de vapeur, et offre une pente calculée en vue du volume qu'il doit débiter.

Fourniture de vapeur à des appareils autres que le moteur. — Art. 12. Dans le cas où il serait nécessaire de fournir de la vapeur à des cylindres sécheurs ou à tout autre appareil faisant partie du secteur confié à M...., cette vapeur y serait conduite à l'aide d'un tuyau en fonte, placé dans une simple gaîne en bois, et entouré de substances non conductrices.

De petits regards seraient ménagés au droit de chaque joint sur cette gaîne, enterrée de 30 à 40 centimètres au-dessous du sol de la galerie.

Art. 13. L'échappement de la vapeur ainsi distribuée aurait lieu à l'aide d'un tuyau également en fonte, qui, dirigé d'abord horizontalement vers le caisson de la galerie des arts usuels le plus voisin de l'appareil alimenté, et du côté intérieur de cette galerie, pénétrerait ensuite dans le caisson et déboucherait enfin dans l'atmosphère, à 20 mètres au-dessus du sol de la galerie.

Dans la traversée de la galerie, ce tuyau est contenu dans une gaîne en bois, semblable à celle que décrit l'article précé-

dent. A l'intérieur du caisson, il sera pris, pour le soutenir, des dispositions qui seront indiquées ultérieurement.

. . . .

Fourniture de l'eau. — Art. 15. L'eau nécessaire à la production de la vapeur sera également fournie gratuitement à M.... par la Commission impériale, à l'aide de deux robinets mis à sa disposition, et dont l'un sera placé près du générateur et l'autre près du condenseur.

Machine motrice. — Art. 16. Le mouvement sera donné aux arbres de couche par....*(Définition du moteur.)*.... La surface occupée par cette machine est égale à .... mètres carrés.

Sa forme est définie par le plan ci-annexé, qui contient en même temps les détails de l'installation projetée par M....

Art. 17. La solidité de l'assiette nécessaire pour un bon fonctionnement du moteur sera obtenue par les dispositions que devra prendre l'entrepreneur soussigné, mais ne pourra être demandée, même dans une faible mesure, à aucune des parties du Palais, telles que caissons, parois, toiture ou plate-forme.

Force de la machine. — Art. 18. La machine motrice fournira une force effective d'au moins .... chevaux de soixante-quinze kilogrammètres, mesurée par l'arbre de couche; la Commission impériale aura le droit de procéder à telles expériences qu'elle jugera convenable, pour constater si cette condition est remplie. Dans le cas où elle ne le serait pas, il pourrait y être suppléé d'office, aux frais de l'entrepreneur, par telles mesures qu'il appartiendra.

Arbres de couche. — Art. 19. Les arbres de couche sont placés de part et d'autre de la plate-forme centrale, qui est établie par la Commission impériale, ainsi que les consoles de support.

M.... s'engage à fournir et à poser la transmission générale avec ses paliers, ses manchons de jonction et ses embrayages, et, enfin, les poulies nécessaires pour lui donner le mouvement.

Le burinage des portées des consoles, pour un bon règlement des paliers, est également à sa charge.

Art. 20. Ces arbres sont en fer forgé. Ils ont 9 centimètres de diamètre, excepté au droit même de l'attaque du volant, où l'arbre extérieur est renforcé pour résister à la flexion. Ils sont calibrés avec beaucoup de soin, tournés et polis dans toute leur étendue. Ils offrent une surface méplate ou une rainure générale qui permet l'ajustage des poulies en un point quelconque de leur longueur.

Leur vitesse est de cent tours par minute. Ils sont formés d'éléments polygonaux ayant une longueur moyenne de $13^{m},792$, et embrassant entre eux un angle de $174^{\circ}\,58'\,51''$.

Attaque des arbres de couche. — Art. 21. Le mouvement du volant se transmet à l'arbre de couche le plus voisin, par la disposition figurée au plan ci-annexé.

(Description succincte de cette disposition.)

Les poulies adoptées seront en deux morceaux.

Art. 22. M.... sera tenu de prendre toutes les précautions nécessaires pour empêcher la flexion de l'arbre de couche et le déversement de la galerie dans la portion où se fait cette transmission de mouvement.

Art. 23. La rotation de l'arbre extérieur se communique à son conjugué par une poulie correspondant à chacun des éléments du polygone, de sorte que, la ligne extérieure étant continue et solidaire, la ligne parallèle intérieure puisse être formée d'éléments brisés et indépendants.

Joints et embrayages. — Art. 24. La jonction de deux éléments contigus s'obtient par ... *(Définition du joint.)*

Cette communication peut être interrompue, à chaque joint, par un débrayage à fourchette et levier, figuré, ainsi que le joint lui-même, sur le plan ci-annexé.

Art. 25. M.... sera tenu d'entourer d'une balustrade l'emplacement qui lui est affecté, et de recourir aux précautions d'usage, pour assurer la sécurité tant des visiteurs que de ses ouvriers. Il devra également recouvrir à ses frais cet emplacement d'un plancher soigné.

Calage des poulies. — Art. 26. Les poulies servant à transmettre le mouvement de l'arbre de couche aux appareils exposés sont fournies par les exposants. Elles sont formées de deux moitiés distinctes, et le montage est à la charge de l'entrepreneur soussigné.

Durée du travail journalier. — Art. 27. La durée du travail journalier est fixée à sept heures et demie, de dix heures du matin à cinq heures et demie du soir, y compris une demi-heure de repos.

Art. 28. La Commission impériale pourra, soit pour les opérations du jury, soit pour toute autre cause, avancer de deux heures le commencement de la mise en marche de la machine ; mais, dans ce cas, un repos supplémentaire de deux heures sera accordé à l'entrepreneur, la durée totale du travail journalier ne devant pas excéder sept heures et demie.

Art. 29. L'entrepreneur aura droit à un jour de repos par mois, pour les visites, lavages et menues réparations à effectuer, soit au générateur, soit à la machine motrice, soit aux transmissions. Ce jour de repos, quand il ne sera pas motivé par un accident, sera fixé par la Commission impériale, de

façon que l'arrêt des machines ne soit pas simultané dans plusieurs sections.

Durée de l'entreprise. — ART. 30. La durée de l'entreprise est celle de l'Exposition elle-même, c'est-à-dire du 1er avril au 31 octobre 1867.

ART. 31. La Commission impériale aura le droit de prolonger ou de diminuer cette durée, sans cependant que l'augmentation ou la diminution puisse excéder cinquante jours. Dans ce cas, il serait ajouté à la somme stipulée ci-dessous, ou il en serait retranché une somme fixe de (1)....., par chaque jour de marche au delà ou en deçà des limites qui viennent d'être fixées.

Régularité du mouvement. — ART. 32. La machine motrice sera installée et conduite de telle façon que les exposants retrouvent, pour leurs appareils mis en mouvement par la transmission générale, la régularité d'allure à laquelle ils sont accoutumés dans leurs ateliers.

Entretien et graissage. — ART. 33. L'entrepreneur soussigné est tenu de veiller à l'entretien des appareils qu'il emploie et à leur graissage.

Les dispositions qu'il emploiera à cet effet seront combinées de manière à respecter la sécurité des ouvriers et à recueillir la graisse ou l'huile surabondante.

Approvisionnement du combustible et enlèvement des cendres. — ART. 34. M.... se conformera aux indications qui lui seront données pour les heures d'entrée de ses voitures des-

---

(1) Cette somme a été, dans chaque traité, calculée sur le prix de fr. 1-50 par cheval et par jour.

tinées à l'approvisionnement du combustible ou à l'enlèvement des cendres.

Caractère des appareils fournis par l'entrepreneur. — Art. 35. Le générateur, le moteur et l'ensemble des dispositions adoptées pour produire et transmettre la force motrice nécessaire au secteur seront considérés comme objets exposés, et, comme tels, inscrits au catalogue et admis au concours pour l'obtention des récompenses.

En conséquence, la fourniture et l'installation de ces appareils sont faites dans les conditions prévues par les articles 45 et suivants du règlement général, c'est-à-dire qu'il n'est rien alloué de ce chef à M....

Propriété des matériaux de l'entreprise proprement dite. — Art. 36. Quant aux matériaux employés par ce constructeur pour son entreprise proprement dite, tels que ceux qui auront servi à la construction du bâtiment du générateur, du fourneau, du carneau, à l'établissement de la tuyauterie et de la transmission, ils resteront, à la fin de l'entreprise, sa propriété et seront repris ou abandonnés par lui, s'il le juge préférable, en sorte que la Commission impériale doit lui payer seulement la différence entre le prix de premier établissement et la valeur de reprise après emploi, en outre des frais afférents au fonctionnement du moteur.

Somme allouée à M.... — Art. 37. Par suite des diverses conditions qui définissent et caractérisent cette entreprise, la somme allouée à M.... est fixée à forfait à (1) ..... Elle

(1) Cette somme a été calculée, dans chaque traité particulier, sur le pied de 600 francs par cheval, dans la limite de la force énoncée à l'art. 18. La force totale étant, d'après le détail indiqué plus haut, égale à 626 chevaux, la dépense s'est élevée de ce chef à 375,600 francs, ce qui donne, avec la plate-forme centrale, environ 1 million pour la dépense totale du service.

comprend notamment le bâtiment du générateur, la cheminée, le carneau qui le réunit au moteur, la prise d'eau, la tuyauterie d'amenée et de condensation, la transmission, le combustible, l'entretien, le graissage, le personnel, le calage des poulies et autres accessoires fournis par les exposants; en un mot, l'ensemble des dépenses exigées par la production de la force motrice nécessaire aux classes n^{os} ... et par sa transmission régulière à deux arbres de couche. . . . . . .

. . . .

Délais d'exécution. — Art. 40. L'entrepreneur soussigné s'engage à commencer ses travaux de maçonnerie avant le 1er mai 1866, et à avoir terminé l'installation complète de ses appareils au plus tard le 1er février 1867. A cette date, les foyers seront allumés, et la transmission générale essayée. Les résultats de cette opération seront constatés par un procès-verbal sur le vu duquel sera payé, s'ils sont satisfaisants, le premier terme de l'allocation ci-dessus stipulée.

J. Du Pré,
ingénieur en chef honoraire des ponts et chaussées, membre des jurys internationaux de 1855, 1862 et 1867.

CLASSE LIII.

MACHINES ET APPAREILS DE LA MÉCANIQUE GÉNÉRALE.

COMPOSITION DU JURY.

Combes, membre de l'Institut, inspecteur général au Corps impérial des mines, directeur de l'École des mines, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862, *président* .	France.
Fourneyron, ingénieur civil	Id.
Suppléant : **Worms de Romilly**, ingénieur au Corps impérial des mines	Id.
Luuyt, ingénieur au Corps impérial des mines, membre du jury international de 1862, *secrétaire*	Id.
F. Reuleaux, professeur à l'Académie polytechnique, à Berlin, *rapporteur*	Prusse et États de l'Allemagne du Nord.
Diefenbach, ingénieur au Conseil royal pour l'industrie et le commerce	Wurtemberg.
Jenny, professeur à l'École polytechnique de Vienne	Autriche.
Le comte de **Caithness**	Grande-Bretagne.
Suppléant : **John Anderson**, Esq.	Id.
Robert Mallet, Esq. F. R. S.	Id.
Associé : **Andries**, professeur à l'École spéciale du génie civil de l'Université de Gand	Belgique.

La classe 53 comprend, d'une part, les machines motrices et leurs dépendances, à l'exclusion des locomotives, des machines

de bateaux et des machines motrices spécialement agricoles; d'autre part, les machines servant à certaines opérations usuelles, savoir : les machines à élever l'eau, les appareils de levage et les instruments de pesage et de mesurage, autres que ceux de précision.

Environ 500 exposants ont présenté des produits rentrant dans ces catégories. La Belgique ne comptait que 39 exposants, mais elle était représentée par des produits très-variés et très-importants : cinq grandes machines à vapeur, des machines de force moyenne, des appareils accessoires pour chaudières et pour machines, des pompes à incendie et autres, une grue à vapeur sur chariot, un pont et des balances à bascule, telle est l'énumération des principaux objets exposés dans la section belge.

Le jury de la classe 53, aux travaux duquel nous avons partiellement assisté en qualité de membre associé, a proposé, pour nos exposants, deux médailles d'or, trois médailles d'argent, cinq médailles de bronze et dix-sept mentions honorables, savoir :

Médailles d'or : Société anonyme pour l'exploitation des établissements de John Cockerill, à Seraing, et M. Carels, à Gand;

Médailles d'argent : (1) Compagnie belge pour la construction de machines et de matériel de chemins de fer, à Molenbeek-Saint-Jean; MM. Rens et Colson, à Gand (ancienne maison G. Scribe), et M. P. Vandenkerchove, à Gand;

Médailles de bronze : MM. Colson (Melchior), à Haine-Saint-Pierre; Delandtsheer, à Malines; Delnest, à Mons;

---

(1) Le jury a classé simplement par ordre alphabétique les noms des exposants récompensés, hormis ceux qui ont obtenu une médaille d'or.

Requilé et Beduwé, à Liége, et Lucien Vander Elst et Cie, à Braine-le-Comte ;

Mentions honorables : MM. Arnould, à Mons ; Beniest, à Gand ; Brière, à Bruxelles ; Cabany et Cie, à Gand ; Demeester-Deswaef, à Bruges ; Demoor, à Bruxelles ; Deprez et Hendrickx, à Schaerbeek ; Enthoven, à Molenbeek-Saint-Jean ; Fetu fils aîné et Cie, à Bruxelles ; Fetu et Deliége, à Liége ; Goossens, à Gand ; Kestemont, à Bruxelles ; Larochaymond, à Tournay ; Lixson-Rousselle, à Liége ; Meurs, à Mons ; Mouthuy, à Bruxelles, et Obach (Ve) et fils, à Bruxelles.

Les récompenses proposées eussent été plus nombreuses encore, nous en avons la conviction, si, à l'époque où le jury a dû procéder à ses opérations, tous nos exposants avaient pu monter complétement leurs appareils, de façon à en permettre mieux l'appréciation.

En considérant dans leur ensemble les appareils compris dans la classe 53, on peut dire que l'Exposition n'a point révélé des innovations capables de produire une véritable sensation dans le monde industriel ; ce sont bien plus les détails de la construction des machines qui ont été améliorés et encore n'hésitons-nous pas à dire que, sous le rapport du choix des meilleures formes et de l'emploi judicieux de la matière, on a réalisé plus de progrès dans la construction des machines-outils (classe 54) que dans celle des machines qui nous occupent ici. Les constructeurs de machines à vapeur, notamment, cherchent peut-être trop à varier la forme et l'agencement des organes de ces machines ; il y aurait pourtant avantage à adopter et à conserver des types bien raisonnés, au lieu de chercher des modifications auxquelles on ne découvre souvent d'autre raison que le désir de produire une

combinaison ou une forme différant de ce qui existe déjà.

Quelques autres considérations générales trouveront mieux leur place dans la revue que nous ferons des machines belges et de celles des expositions étrangères qui se recommandent le plus à l'attention des industriels, des ingénieurs et des constructeurs de machines. Nous ne saurions, d'ailleurs, faire ici une revue complète de l'Exposition dans la classe 53; les éléments et le temps nous manquent également.

I. — Machines a vapeur.

D'après l'importance des objets exposés, nous sommes conduit à nous occuper en premier lieu des moteurs à vapeur.

La tendance vers la construction de machines qui économisent le combustible, signalée par tous les rapports sur l'Exposition de Londres en 1862, doit être tout d'abord constatée. L'emploi d'enveloppes complètes de vapeur autour des cylindres, fonds et couvercles, avec circulation de vapeur venant directement de la chaudière, se généralise de plus en plus, et, sauf en ce qui concerne les machines d'origine américaine, les grandes machines exposées à Paris sont presque exclusivement à deux cylindres de Woolf; ces dispositions se sont même étendues aux puissances moyennes, et divers constructeurs de machines locomobiles les ont adoptées (1).

(1) Bien que les avantages propres aux enveloppes et à l'emploi de deux cylindres de Woolf soient connus, tant au point de vue de l'emploi économique de la vapeur qu'au point de vue de la bonne marche des machines, nous croyons utile de reproduire à cet égard un extrait de la notice publiée par la Société Cockerill, au sujet de la soufflerie à deux cylindres de Woolf dont il sera question plus loin.

« La Société a souvent employé le système de Woolf dans ses souffleries, non parce que
» les machines à un cylindre ne peuvent marcher avec une forte détente (1), mais pour

(1) Toutes choses égales cependant, la détente peut être poussée plus loin dans les machines à deux cylindres.

Quant aux mécanismes des machines exposées, à côté de quelques machines à balancier et à deux cylindres, se trouvent un grand nombre de machines à directrices, à un ou à deux cylindres, verticaux, horizontaux ou inclinés. Les machines horizontales, de même qu'à l'Exposition de 1862, sont les plus nombreuses parmi les machines à directrices; c'est ainsi que, parmi les machines horizontales à deux cylindres, ceux-ci sont ou juxtaposés dans le même plan horizontal, avec mouvement des pistons dans le même sens ou en sens inverse, ou placés à la suite l'un de l'autre, ou placés concentriquement l'un dans l'autre. Il y a lieu, d'ailleurs, de constater la disparition complète, comme grandes machines fixes, des machines à cylindre oscillant, ainsi que de quelques autres types particuliers, empruntés autrefois, sans motif sérieux, aux machines de navigation.

Aucune des dispositions précédentes n'est nouvelle, ni

» diminuer la grandeur de l'effort initial (1) et aussi l'écart entre les efforts extrêmes. La » régularité du mouvement y a gagné, ainsi que l'allure générale de la marche; on a pu » diminuer le poids des principaux organes moteurs et celui des volants, et il y a eu plutôt » diminution qu'augmentation des résistances passives. Au point de vue économique ou de » la consommation, on ne doit pas perdre de vue que la vapeur se détendant est rechauffée » deux fois (2), que la surface de chauffe constituée par les parois des deux cylindres de » Woolf est beaucoup plus grande que celle d'une machine à un cylindre et que la pénétra- » tion de la chaleur dans la masse de vapeur ou l'efficacité du réchauffement doit être pro- » portionnelle à la valeur du diamètre du cylindre. De plus, comme les fuites par les pistons » et les appareils de distribution sont proportionnelles à la pression, ou plutôt à la diffé- » rence de pression entre les deux faces, il est évident que, dans le système Woolf, elles » n'ont qu'une influence réduite, puisque, s'il en existe dans le petit cylindre, cette vapeur » fournit du travail en se détendant dans le grand, où les différences de pression sur les » deux faces sont faibles (3). »

---

(1) La réduction de la grandeur de l'effort initial prévient les secousses ou même les chocs qui se produisent dans les machines à un seul cylindre de grand diamètre.

(2) Par les enveloppes de vapeur.

(3) L'emploi des deux cylindres offre encore cet avantage que le premier cylindre, indépendant du refroidissement dû au condenseur, peut conserver la température élevée qui est nécessaire pour bien utiliser le travail de la vapeur pendant son action en plein et pendant la première période de sa détente; le second cylindre, seul en communication avec le condenseur, sert ensuite au travail de la vapeur pendant la deuxième période de détente.

quant au mode d'emploi de la vapeur, ni quant aux mécanismes des machines; il est donc vrai de dire que l'Exposition de 1867 n'a point révélé de modification radicale dans le mode d'emploi de la vapeur.

Ici, d'ailleurs, se pose cette question que nous avons entendu faire souvent : Pourquoi construire encore des machines à balancier, alors que les machines à directrices, et notamment les machines horizontales, peuvent atteindre le même but que les premières? Nous ne croyons pas sans utilité de répondre sommairement à cette question.

Les machines à balancier ont l'avantage de fournir un attelage facile, aussi bien pour les pistons moteurs que pour les différentes pompes, de condensation et autres; cet avantage se traduit par une construction plus simple à certains égards et, par là même, assure davantage la continuité de la marche. Les poids des pièces à mouvement alternatif pouvant être équilibrés par l'intermédiaire du balancier, les machines ont une régularité de mouvement plus grande que celles à organes non équilibrés, ou, comme disent les praticiens, les machines ont plus de *rondeur* dans la marche. Enfin, l'inertie du balancier n'est pas nécessairement, comme on le croit souvent, une cause d'irrégularité dans le mouvement de rotation : s'il s'agit de machines à détente, cette inertie intervient efficacement pour diminuer les écarts que subit la puissance motrice et pour régulariser ainsi le mouvement de rotation, pourvu que la masse du balancier et la vitesse de rotation du volant restent circonscrites dans certaines limites; de deux machines, identiques quant à l'appareil moteur et au volant et l'une et l'autre à organes équilibrés, celle à balancier sera donc, en général, douée de plus de régularité.

Ces considérations peuvent parfaitement justifier le choix d'une machine à balancier dans un cas déterminé et ne sont

pas contradictoires avec celles qui, dans la généralité des cas, recommandent les machines à directrices. En effet, la suppression du balancier permet une vitesse de marche plus grande et donne ainsi une économie de matière dans les cylindres et dans tous les organes qui en dépendent, outre l'économie directe résultant de la suppression du balancier. Les sujétions de pose sont moindres dans les machines dépourvues de balancier. La suppression de cet organe fait disparaître une cause d'accidents graves, à raison des ruptures imprévues auxquelles sont exposés les balanciers en fonte, les seuls employés, pour ainsi dire, s'il s'agit de machines rotatives. Le mécanisme plus simple des machines à directrices évite certains frottements. S'il s'agit de machines horizontales, où l'arbre moteur est placé aussi favorablement que dans les machines à balancier, la suppression de bâtis élevés, l'installation facile des fondations et la facilité d'accès à toutes les parties constituent des avantages réels et chaque jour de plus en plus appréciés; d'ailleurs, par le choix de fontes d'une dureté suffisante, l'ovalisation des cylindres horizontaux n'est pas sérieusement à craindre.

La machine à vapeur verticale avec machine soufflante, exposée par la Société Cockerill, de Seraing, est l'une des machines les plus considérables de la classe de mécanique générale. Nous commencerons notre revue des machines à vapeur par l'examen de cette belle machine, d'une puissance nominale de 100 chevaux.

Elle comporte, dans un même plan vertical, deux cylindres à vapeur de Woolf et un cylindre soufflant à clapets, placé au-dessus des premiers et à double effet comme ceux-ci; les pistons moteurs sont reliés avec le piston travailleur à une même traverse horizontale bien guidée, de telle sorte que la puissance

motrice est transmise directement à la résistance utile. Afin de régler le mouvement commun des trois pistons et de régulariser la transmission du travail moteur au travail résistant, la traverse, par deux bielles suspendues à ses bouts, transmet son mouvement alternatif à deux volants égaux, montés symétriquement sur un arbre, logé sous les cylindres à vapeur dans le plan vertical de leurs axes. Le bâti en fonte qui supporte le cylindre soufflant et les moyens de guidage est assis, avec les cylindres moteurs, sur une fondation qui sert de simple support, les divers efforts et les diverses réactions étant neutralisés par le bâti même et par le poids propre des volants. L'arbre de ceux-ci fournit d'ailleurs le mouvement aux soupapes qui opèrent la distribution de la vapeur aux cylindres moteurs. Enfin, un balancier auxiliaire, en deux parties, attelé perpendiculairement à la traverse-guide, met en jeu les pompes servant à la condensation de la vapeur; le poids de ces derniers organes, combiné avec des évidements pratiqués dans la jante des volants, permet d'équilibrer exactement le poids des bielles, des pistons, etc. (1).

Les dispositions que nous venons de faire connaître sont celles d'une *soufflerie à grandes dimensions et à vitesse modérée;* le cylindre soufflant a $2^m,60$ de diamètre, la course du piston est de $2^m,44$, sa vitesse de $1^m,14$. Pour le travail des hauts fourneaux, il importe essentiellement que l'appareil de la soufflerie assure une marche non interrompue : à cet égard, les souffleries du genre de celle dont il s'agit présentent plus de garanties que les souffleries à marche rapide. Celles-ci d'ailleurs excluent les cylindres soufflants à clapets, plus simples que les souffleries à tiroir et d'un rendement égal.

---

(1) Le portefeuille de Cockerill fait connaître en détail les dessins et les dispositions d'une machine analogue, à un seul cylindre à vapeur et sans condensation.

Ces avantages essentiels compensent largement, selon l'avis de beaucoup d'ingénieurs, les frais d'établissement plus grands des souffleries à vitesse modérée. On remarquera, au surplus, que l'introduction d'organes rotatifs permet de dépasser les vitesses dites lentes et de rester ainsi dans des limites raisonnables quant aux dimensions des grands organes et aux frais de construction.

L'ensemble du mécanisme de la machine qui nous occupe la range dans les machines à transmission directe. La suppression du balancier a permis la construction d'appareils à grande course de piston, $2^m,44$ à $2^m,60$, et rien n'empêcherait d'atteindre 3 mètres; par là l'influence relative de l'espace nuisible est atténuée, aussi bien pour les cylindres moteurs que pour le cylindre soufflant; les pertes de vent aux clapets, par les pulsations en retour, sont en outre diminuées, et cette circonstance s'ajoute à la précédente pour augmenter le rendement des souffleries à grande course; de plus, les longues courses diminuent, à égalité de vitesse, le nombre des changements de direction que subissent les organes alternatifs, et sont ainsi favorables à la conservation de ceux-ci, principalement à celle des clapets à air.

Si l'on compare entre elles les souffleries verticales et horizontales du système qui nous occupe, on remarquera que les premières conviennent mieux pour les grandes puissances : une soufflerie verticale exigeant notablement moins d'espace qu'une soufflerie horizontale (1), l'installation d'une grande

(1) La soufflerie exposée suffit largement pour deux grands hauts fourneaux et occupe une surface de 47 mètres carrés dans œuvre, l'espace nécessaire à la circulation étant largement ménagé sur le pourtour. Un appareil de même course et de même force, du système horizontal, exigerait une superficie de 138 mètres carrés pour être assez étroitement installé; la longueur totale dans œuvre serait au minimum de 23 mètres. (*Extrait de la notice sur l'appareil exposé.*)

soufflerie de la seconde espèce serait parfois fort difficile ; il est plus facile et moins coûteux d'établir une fondation compacte comme celle qu'exige la machine exposée, plutôt que de construire une fondation invariable, de grande longueur comme l'exigerait une machine horizontale de même puissance ; pour les raisons qui précèdent, les souffleries horizontales sont rarement à longue course (2 mètres au maximum) et les bielles y ont souvent de mauvaises proportions ; l'usure tendant aussi à se produire surtout d'un seul côté dans les machines horizontales, celles-ci comportent des moyens de guidage plus solides et plus nombreux ; enfin, toutes choses égales, les frottements sont moindres dans les machines verticales.

Les dispositions adoptées dans la machine de Seraing quant aux doubles bielles et aux doubles volants, calés symétriquement sur le même arbre par rapport à l'axe du cylindre soufflant, assurent d'ailleurs un mouvement bien parallèle aux tiges des pistons moteurs, à celle du piston travailleur et à la traverse qui les réunit, bien que les tiges des deux pistons de Woolf soient attelées de part et d'autre de la tige du piston soufflant ; on a eu soin seulement d'atteler les premiers à des distances proportionnelles aux efforts moyens exercés par eux sur la traverse-guide. Le doublement des bielles et des volants a encore pour effet d'éviter des efforts de torsion sur l'arbre de rotation et de faire porter constamment des efforts égaux de part et d'autre sur les paliers de l'arbre.

En ce qui concerne l'effet utile des machines du système exposé, il peut être évalué à environ 75 p. c., le travail moteur comme le travail résistant étant mesurés à l'indicateur de pression sur les cylindres.

Depuis 1853, la Société Cockerill a fourni 44 machines du genre qui nous occupe, à un ou à deux cylindres à vapeur, le

diamètre des soufflets variant de $1^m,60$ à $2^m,75$. Les bonnes dispositions de ces souffleries et leur excellente exécution recommandent ces appareils sous tous les rapports; aussi le jury de la classe 53 n'a point hésité à proposer, en faveur de la Société Cockerill, la haute récompense qui lui a été accordée.

Les grandes machines à balancier, chacune à deux cylindres de Woolf, exposées par M. Carels, constructeur à Gand, sont accouplées sur un même arbre moteur qui, en son milieu, porte une grande roue, formant à la fois volant et moyen de transmission; elles sont destinées à une filature et leur puissance réunie est de 100 chevaux.

Ces machines se distinguent plus par des dispositions de détail bien étudiées que par leur achèvement; celui-ci est, en effet, fort inégal.

Le visiteur attentif peut seul se rendre compte des détails suivants.

Les grands cylindres sont réchauffés par la vapeur, prise sur la chaudière; pour éviter les déchirements qui se produisent entre les enveloppes et les cylindres, ceux-ci sont ajustés à frottement et sous pression dans leurs enveloppes. — La distribution comporte, pour chaque petit cylindre, un tiroir avec excentrique et un tiroir d'arrêt commandé par une came à plusieurs étages, afin de pouvoir faire varier la détente; l'un et l'autre tiroirs sont équilibrés, en les faisant glisser contre des fonds fixes, susceptibles d'un léger déplacement en cas d'usure. Pour chaque grand cylindre, le tiroir, commandé par une petite manivelle, est à deux ouvertures, afin d'obtenir, par un faible déplacement du tiroir, le découvrement rapide des passages de la vapeur. — Les cercles de

garniture des pistons sont pressés par des vis, prenant appui dans un anneau indépendant du corps du piston, de telle façon qu'un serrage inégal ne peut, en aucun cas, faire dévier la tige et produire ainsi l'ovalisation des cylindres. — Les pistons des pompes à air comme les clapets fixes portent des plaques en caoutchouc; la garniture des pistons est en bois dur. — Les côtés des parallélogrammes, disposés à la façon des bielles en fer, peuvent résister aussi bien à la traction qu'à la compression, et des clavettes avec vis de rappel permettent de toujours régler exactement la longueur des côtés. — L'assemblage des dents en bois du volant, avec la jante de celui-ci, mérite particulièrement d'être cité : les cabinets ménagés dans la jante sont divisés par une forte nervure circulaire en fonte, à faces inclinées, et les dents, coupées elles-mêmes en forme de coin, sont serrées par des boulons dont l'écrou est logé dans la dent en bois et dont la tête prend appui sur une frette appliquée sur le contour intérieur de la jante; de cette manière, si les dents prennent du jeu dans leurs cabinets par la contraction du bois, il est toujours possible d'y porter remède.

Toutes ces dispositions ont été favorablement appréciées par le jury, au point de vue du bon fonctionnement qu'elles doivent assurer aux machines du genre dont il s'agit.

M. N. Delandtsheer, de Gand, actuellement directeur d'une filature de lin et de chanvre à Malines, a exposé les dessins d'une grande machine jumelle horizontale, à deux cylindres de Woolf juxtaposés et à mouvement inverse des pistons; ces dessins sont, dans leurs parties essentielles, la reproduction des machines que cet ingénieur a fait exécuter, en 1861, à la filature de Saint-Gilles lez-Bruxelles, et ils ont valu à M. De-

landtsheer la médaille à l'Exposition de Londres en 1862.

On sait que la marche inverse des pistons, dans une machine de Woolf, permet de rapprocher les orifices de sortie du petit cylindre des orifices d'admission dans le grand, de façon à supprimer les conduits qu'exige la marche dans le même sens et la perte de pression qu'ils entraînent au passage de la vapeur du petit au grand cylindre. De plus, les bielles de chacun des pistons se fixant à des manivelles éloignées de 180 degrés ou un peu plus, pour donner une avance à l'échappement de vapeur du petit cylindre, le centre de gravité des bielles et des manivelles, prises ensemble, reste à une hauteur sensiblement invariable, et la machine, au point de vue du poids des pièces à mouvement alternatif, est parfaitement équilibrée. Enfin, les efforts transmis à l'arbre étant dirigés en sens contraire, le système en question donne lieu, sous ce rapport, à une réduction partielle des frottements sur l'arbre.

D'un autre côté, la marche inverse des pistons donne lieu à une construction un peu moins simple que la marche dans le même sens, s'il s'agit d'une machine horizontale à deux cylindres de Woolf : les bielles et les manivelles doivent, en effet, être doublées; l'arbre moteur, avec ses supports, devient surtout plus complexe, soit que l'on admette simplement un arbre portant un coude et une manivelle, soit que l'on adopte, comme M. Delandtsheer, deux manivelles, en divisant l'arbre en deux parties, portées chacune par deux supports et réunies à l'aide d'une manivelle et d'une chape servant de moyen d'assemblage.

Les avantages indiqués d'abord l'emportent sur l'inconvénient signalé d'autre part, et l'Exposition de 1867 montre que la marche inverse des pistons, appliquée à des machines horizontales, s'est propagée. En effet, des machines de l'espèce sont exposées par M. P. Vandenkerchove, à Gand (voir plus

loin), par MM. Boudier frères, à Rouen, par MM. Carrett, Marshall et C[ie], à Leeds, qui ont déjà exposé une machine semblable à Londres, en 1862, et par M. Schmid, à Simmering (près de Vienne).

M. Delandtsheer a le mérite d'avoir le premier appliqué le système de Woolf, avec marche inverse des pistons, à des machines horizontales de grande puissance. Si, au lieu d'un dessin, les machines mêmes qu'il a fait exécuter avaient pu être exposées à Paris, une récompense plus élevée qu'une médaille de bronze lui eût été, sans doute, accordée.

La grande machine horizontale à deux cylindres de Woolf juxtaposés et à mouvement inverse des pistons, exposée par M. P. Vandenkerchove, constructeur à Gand, mérite une attention toute spéciale pour son exécution tout à fait supérieure. C'est la première machine de l'espèce qui sort des ateliers de ce constructeur; il y a apporté tous ses soins; les détails suivants méritent particulièrement d'être cités.

En vue de réduire à un minimum l'espace compris entre les orifices que la vapeur traverse pour se diriger du petit au grand cylindre, et afin de faire disparaître ainsi, aussi complétement que possible, la chute de pression qui a lieu au passage de la vapeur du petit au grand cylindre dans les machines de Woolf, non munies d'un moyen de réchauffage entre les deux cylindres, M. Vandenkerchove a placé les orifices en question en regard les uns des autres, de simples glissières plates, à deux lumières, formant tiroirs de distribution; par le doublement des lumières, autant que par le mouvement rapide que des cames impriment aux glissières à l'origine de chaque oscillation, le passage de la vapeur du petit au grand cylindre se fera, selon le constructeur, assez librement pour

qu'il n'ait point jugé utile de donner aucune avance angulaire à la manivelle du grand piston ; celle-ci est exactement opposée à la manivelle du petit piston.

La vapeur est introduite à chacun des bouts du petit cylindre par des soupapes équilibrées, aussi rapprochées que possible du petit cylindre, afin de diminuer la grandeur de l'espace nuisible initial et la perte d'effet qui en résulte; ces soupapes sont commandées par des cames à montée constante et à développement variable, de façon à pouvoir admettre la vapeur pour diverses détentes; les cames peuvent être déplacées à la main pour régler la détente ou bien elles peuvent être mises en relation avec le modérateur.

Les orifices de sortie de la vapeur, du grand cylindre vers le condenseur, sont ménagés à la partie inférieure de chacun des bouts du grand cylindre; les tiroirs, en forme de glissières plates, sont, comme les orifices, à plusieurs lumières et ils sont commandés par des cames à marche rapide pour obtenir un échappement très-prompt. La position donnée aux orifices de sortie, aussi bien que le tracé des passages ménagés entre les deux cylindres, assurent en tout temps la libre évacuation de la vapeur condensée.

Les deux cylindres sont à enveloppes et celles-ci sont coulées d'un seul jet avec les premiers; l'eau de condensation trouve un écoulement assuré, sans qu'il faille compter sur la manœuvre de robinets de purge. Un seul robinet de ce genre permet d'évacuer la vapeur condensée, si, avant la mise en train, on veut chauffer les parois des cylindres; en cas d'oubli dans la manœuvre de ce robinet, l'eau se dirigerait par les cylindres vers le condenseur, sans autre inconvénient.

La disposition de l'arbre est celle de la machine de M. Delandtsheer.

M. P. Vandenkerchove a exposé une seconde grande

machine horizontale, à un seul cylindre; c'est un type déjà construit par lui un grand nombre de fois; l'exécution en est également très-belle.

Dans cette machine, les orifices d'admission, séparés encore des orifices de sortie, sont fermés et ouverts par des glissières verticales à plusieurs lumières; des cames servent également à produire le jeu des glissières. Pour les orifices de sortie, les dispositions indiquées pour la machine précédente sont adoptées. Des diagrammes, pris à l'indicateur, montrent l'excellent résultat que cette distribution donne en pratique.

La pompe à air est installée verticalement comme pour la machine précédente; mais au lieu d'être commandée par une manivelle, comme dans celle-ci, elle reçoit son mouvement par un levier coudé en fonte, dont le bras vertical est à cheval sur la bielle. Nous préférons la première disposition.

Enfin, le même exposant a envoyé un segment de roue conique de grandes dimensions; les dents ont $0^m,25$ de longueur et $0^m,075$ de pas extérieur. On a laissé sur quelques dents les traces du burin et celles-ci montrent la parfaite convergence des lignes suivant lesquelles la taille de la dent a été faite. Mais M. P. Vandenkerchove n'a point exposé la machine qu'il emploie et le jury de la classe des machines-outils n'a point pu ainsi juger l'outil qui produit des résultats aussi parfaits.

Les grandes machines jumelles horizontales, à deux cylindres de Woolf placés bout à bout, par MM. Rens et Colson, à Gand, sont imitées de celles qu'exposa à Londres, en 1862, M. G. Scribe, à Gand, auquel ces constructeurs ont succédé. Leur exécution est très-satisfaisante.

Les cylindres sont placés à la suite l'un de l'autre, le même fond servant à les réunir; une même crosse horizontale reçoit

la tige de piston du petit cylindre et, de part et d'autre de celui-ci, deux tiges horizontales, traversant le fonds commun, viennent se relier au piston du grand cylindre, placé en arrière. Une seule bielle et une seule manivelle au bout de l'arbre moteur transmettent à celui-ci l'action développée sur les pistons.

Il serait difficile d'appliquer d'une manière plus simple le système de Woolf à une machine horizontale, et de là résulte un prix de revient moins élevé que pour les autres systèmes; l'attelage symétrique des pistons sur leur crosse commune ne saurait donner lieu à aucun effet de déviation; enfin, au point de vue de l'influence de l'inertie des pièces à mouvement horizontal alternatif, la marche des pistons dans le même sens ne constitue point, comme on l'a dit quelquefois, un désavantage sur la marche en sens inverse.

Un inconvénient inévitable, c'est que la vapeur qui s'échappe de la chambre extrême du petit cylindre (celle située vers la manivelle), pour pénétrer dans la chambre opposée du grand cylindre, doit faire un parcours considérable et que la distribution de vapeur dans ce premier sens se fait ainsi dans des conditions moins favorables que lorsque le passage a lieu entre les deux chambres séparées par le même couvercle. La longueur de l'emplacement qu'exige la mise bout à bout des cylindres peut, au moins exceptionnellement, constituer aussi un inconvénient.

Comme détail utile à noter, nous signalerons l'application sur le fond extérieur des grands cylindres d'une petite soupape de sûreté, communiquant avec le condenseur et destinée à parer aux effets des coups d'eau. Signalons encore que les dents du volant sont à deux étages, pour obtenir plus de continuité dans le contact de ces dents avec celles du pignon.

Un grand nombre de machines de l'espèce ont été livrées déjà en Belgique et à l'étranger. Une seule filature de Gand emploie dix de ces machines.

Les exposants citent, en faveur de leurs dispositions, le résultat suivant : dans un travail d'épuisement, il a été constaté que chaque cheval effectif, mesuré en eau montée, n'a exigé par heure que $1^k,79$ de houille.

Les machines à vapeur de petite force, l'une verticale, l'autre horizontale, exposées par MM. Delnest, à Mons, se recommandent par leurs dispositions simples et solides.

La machine verticale, de 5 chevaux, a été étudiée spécialement pour n'offrir que des organes faciles à entretenir et pour pouvoir ainsi être confiée à des ouvriers peu expérimentés; le nombre des coussinets à lubrifier est réduit à cinq; l'excentrique et le tiroir ordinaire de distribution sont remplacés par une soupape tournante, de construction très-solide, produisant une détente fixe, à moitié de la course du piston; l'accès aux soupapes de la pompe alimentaire est des plus faciles.

La machine horizontale est disposée pour commander directement, par un coude, un arbre vertical, servant à mener des meules pour moulin à blé ou brasserie, des turbines centrifuges, etc. Des machines de ce genre peuvent être établies aux étages d'un bâtiment. Les dispositions admises par MM. Delnest sont bien étudiées pour rendre facile l'entretien de la machine, sans que la position du volant ou du coude puisse créer aucun danger; une crapaudine avec vis de rappel, au pied de l'arbre, permet d'ailleurs de maintenir toujours le mouvement de la bielle dans un plan horizontal.

MM. Delnest ont établi déjà un grand nombre de machines de l'un et de l'autre des types que nous venons de faire con-

naître; ils construisent sans luxe, mais simplement et solidement.

Nous terminerons cette revue des machines à vapeur fixes envoyées par la Belgique en mentionnant : 1° la machine verticale, à cylindres conjugués, de la force de 16 chevaux, à haute pression et sans condensation, à détente variable par l'emploi de deux tiroirs, exposée par M. Larochaymond, constructeur à Tournay et chef-entrepreneur de l'atelier annexé à l'école industrielle de cette ville ; 2° la petite machine demi-fixe, adhérant à une chaudière verticale non tubulaire et à foyer intérieur, exposée par MM. H.-L. et Léon Enthoven, à Molenbeek-Saint-Jean lez-Bruxelles. L'exécution de ces machines est satisfaisante.

L'examen que nous venons de faire montre que la Belgique a été dignement représentée à l'Exposition universelle de Paris sous le rapport des moteurs à vapeur, et nous croyons pouvoir dire que, pour l'ensemble de son exposition de machines à vapeur, notre pays a été bien près d'occuper le premier rang, si l'on tient compte du nombre restreint de ses exposants.

Passant maintenant aux expositions étrangères, nous allons signaler les dispositions et les machines qui ont plus particulièrement attiré notre attention.

La détente bien connue de Meyer, abandonnée pendant quelque temps, est appliquée à un grand nombre de machines françaises et allemandes. Aucune machine belge n'a eu recours à ce moyen ; nos constructeurs préfèrent avec raison des cames de détente agissant sur des glissières à plusieurs ori-

fices plats. Cette disposition, en même temps qu'elle permet de faire varier dans de grandes limites le degré de détente, sans modifier l'origine de l'admission, offre l'avantage d'ouvrir rapidement les orifices de passage et de réduire le travail des frottements par le faible déplacement imprimé aux glissières.

Diverses machines horizontales comportent des condenseurs avec pompes à air à double effet, et assez généralement, s'il s'agit de machines moyennes, les pompes sont placées à l'arrière des cylindres, leurs pistons étant commandés directement par la tige du piston moteur. Les constructeurs belges n'ont guère adopté jusqu'ici les pompes à air à double effet; elles semblent cependant recommandables pour réduire les oscillations que subit la pression dans le condenseur.

Un grand nombre de machines horizontales, et notamment une belle machine de 25 chevaux exposée par la Compagnie de Fives-Lille à Paris, présentent, pour le palier de manivelle, des rappels à vis permettant de rattraper l'usure qui s'y produit dans le sens horizontal. C'est une disposition qui mérite d'être généralisée.

Comme disposition de machines, peu connue en Belgique, nous citerons les machines à deux cylindres de Woolf, dont les pistons sont conjugués sur des manivelles placées à 90 ou à 120 degrés l'une par rapport à l'autre, sur le même arbre moteur; la vapeur sortant du premier cylindre et partiellement détendue vient se réchauffer sous sa pression de sortie dans un compartiment spécial, avant d'entrer dans le second cylindre pour continuer son action par détente dans celui-ci.

Les machines à deux cylindres verticaux, par M. Normand, du Havre, et la machine à deux cylindres inclinés, par

MM. Escher-Wyss et Cie, à Zurich, appartiennent à cette catégorie.

La disposition que nous signalons ici a déjà été produite à l'Exposition de 1862; elle convient parfaitement pour le bon emploi de la vapeur et lorsque, par une seule machine à deux cylindres de Woolf, on veut obtenir une grande régularité dans le volant.

Les expositions française et anglaise, la première surtout, présentent un grand nombre de machines mi-fixes, ayant jusqu'à 30 chevaux de puissance, constituées avec un ou avec deux cylindres à vapeur et formant, avec leur chaudière, un appareil d'ensemble non monté sur des roues, mais susceptible d'être déplacé sans exiger de nouveaux frais d'installation. A Paris, ces dispositions ont des raisons d'être toutes spéciales: la location de moteurs à vapeur y est fréquente, les appareils à vapeur de la petite industrie y changent souvent de propriétaire, de plus les emplacements sont exigus.

Quelques-uns de ces appareils mi-fixes sont à chaudière horizontale, la plupart sont à chaudière verticale; les chaudières sont tubulaires ou, assez fréquemment aujourd'hui, le prolongement du foyer est simplement traversé par de petits bouilleurs croisés. Les machines, quant à la position du cylindre, varient précisément selon la forme de la chaudière.

Plusieurs constructeurs, notamment MM. Hermann-Lachapelle et Glover, à Paris, placent l'appareil moteur sur un bâti indépendant de la chaudière, ou, si celle-ci est horizontale, la machine est fixée sur une base en fonte, de forme invariable, réunie à la chaudière par des attaches amovibles; de cette manière, les mécanismes moteurs sont soustraits aux tiraillements du foyer et, à leur tour, les parois des chaudières sont

préservées contre la fatigue et les dislocations résultant du poids et du jeu des machines ; ces dispositions permettent, en outre, l'isolement de la chaudière et de la machine pour les réparations et pour la facilité de leur transport.

Parmi les machines à vapeur des expositions étrangères, nous devons citer spécialement les machines horizontales à un seul cylindre exposées par la Compagnie américaine *Corliss Steam Engine*, à Providence, Rhode-Island.

L'achèvement extraordinaire de ces machines pourrait être taxé d'exagération s'il ne s'y joignait une grande perfection des détails, qui a fait de ces machines un type des plus répandus et des mieux appréciés en Amérique.

Le type exposé à Paris diffère un peu du modèle envoyé à Londres, en 1862, par une usine allemande. La liaison du cylindre et du palier de manivelle mérite d'abord d'être remarquée : elle consiste en une forte pièce en fonte, boulonnée au cylindre sur tout son pourtour circulaire et réunie solidement au palier, lequel est garni de vis de rappel pour régler d'une manière précise la position des coussinets et de l'arbre ; parfaitement tracée dans ses contours, cette pièce établit entre les organes qu'elle réunit une solidarité absolue dans le sens horizontal ; en même temps d'ailleurs elle donne appui aux glissières qui dirigent la tige du piston. Les orifices d'entrée et de sortie de vapeur sont indépendants et sont ménagés, les premiers au-dessus, les seconds au-dessous du cylindre, à chacune de ses extrémités ; ces orifices sont très-larges et sont alternativement ouverts et fermés par des valves à mouvement circulaire alternatif autour d'axes horizontaux ; les quatre valves sont commandées par un seul excentrique, mais par l'intermédiaire de leviers distincts et indépendants, de telle

façon que le règlement de chaque valve peut être fait séparément; les leviers des valves d'admission sont, de plus, actionnés par des ressorts dont le jeu dépend d'un échappement commandé par le régulateur; de cette manière, l'arrivée de vapeur est coupée brusquement à l'origine de sa détente et cette origine elle-même dépend du régulateur; des boîtes à air servent à amortir le mouvement très-rapide des leviers et les oscillations du régulateur sont aussi modérées par une boîte à air. Citons encore l'application au piston de la machine d'une petite soupape fonctionnant alternativement à droite et à gauche, sous la pression de la vapeur, pour établir cette pression sur les garnitures métalliques du piston.

Cet ensemble de dispositions est des plus remarquables et l'on n'a pas craint dans cette machine, pour arriver à une perfection très-grande dans le jeu et dans le règlement des organes de la distribution, de recourir à des moyens que bien souvent l'on repousse par le seul motif qu'on les trouve compliqués.

Une médaille d'or a été accordée à ces machines.

La machine horizontale d'Allen, construite et exposée par MM. Whitworth et Cie, à Manchester, dans la classe 52 (appareils adaptés aux besoins de l'Exposition), nous servira de transition pour parler de quelques machines de forme spéciale.

Il s'agit encore ici d'une machine horizontale, constituée à la manière ordinaire dans ses parties essentielles, mais marchant à une vitesse de 180 à 200 tours par minute.

La parfaite exécution de tous les organes, les soins pris pour équilibrer aussi complétement que possible les différentes pièces, l'emploi de deux tiroirs d'admission équilibrés, réglés séparément (bien que dépendant d'un même excentrique) pour

égaliser le travail moteur sur chacune des faces du piston, l'emploi de larges tiroirs d'échappement dépendant du même excentrique que les tiroirs d'admission, et un ensemble de dispositions simples et solides ont permis de réaliser avec succès des machines marchant à grande vitesse, accusant, par les diagrammes de travail, un fonctionnement précis et régulier.

D'une manière générale, à mesure que la construction des machines fera des progrès, que l'emploi de l'acier et que les moyens perfectionnés de fabrication se répandront davantage, sans causer, comme cela est encore aujourd'hui, un accroissement sensible de dépenses, nous pensons que l'on pourra, pour certaines applications, accélérer avantageusement la marche des machines et arriver ainsi à réduire leurs dimensions pour un même effet. L'exemple des machines locomotives et des machines de bateaux ne justifie-t-il pas cette manière de voir? La marche rapide est ici une nécessité absolue et l'on est parvenu, par les perfectionnements apportés à la construction de ces machines, à réaliser des moteurs à vapeur dont le rendement n'est pas inférieur à celui des machines fixes, ayant même mode d'action de la vapeur.

La Compagnie *Hicks Engine*, à New-York, a exposé deux machines à vapeur de dimensions différentes, mais d'un type entièrement nouveau pour nous.

Quatre cylindres horizontaux sont disposés deux par deux de chaque côté de l'arbre moteur et les cylindres placés de part et d'autre de cet arbre sont alignés deux à deux, les axes des quatre cylindres étant dans un même plan horizontal. Chacun des cylindres contient un piston à simple effet, en forme de piston plongeur, et la tige de deux pistons alignés porte une coulisse verticale; un arbre ayant deux coudes à angle droit

s'engage dans ces coulisses et le mouvement alternatif des pistons est ainsi transformé en mouvement circulaire continu. La machine, en marche normale, tourne à grande vitesse.

Mais ce qu'il y a de plus curieux dans cette machine, c'est qu'on n'y aperçoit aucun organe mobile spécial pour la distribution : celle-ci se fait par les pistons à vapeur mêmes, dont chacun sert tour à tour, au moyen de passages réservés dans l'épaisseur de leur paroi, de distributeur au cylindre voisin. Les coulisses des tiges de piston et les coudes de l'arbre étant d'ailleurs enfermés dans une boîte, la machine en mouvement ne montre à l'extérieur qu'un bout d'arbre portant une poulie motrice et une petite poulie pour la commande du régulateur. Ajoutons que la vapeur d'échappement pénètre dans la boîte fermée et produit, avec la graisse que l'on y introduit, une lubrification constante de toutes les parties en mouvement.

Les cylindres peuvent être disposés verticalement ou bien encore ils peuvent être placés à angle droit, ce qui permet de ne faire qu'un coude à l'arbre moteur.

Nous ne croyons point que ces machines soient appelées à un succès pratique réel ; le mécanisme ordinaire d'une machine horizontale à double effet est, à notre avis, plus simple, plus accessible et mieux en vue pour pouvoir porter remède à une fuite de vapeur ou à tout autre accident.

Les machines précédentes nous conduisent à dire un mot des machines à rotation immédiate qui figurent à l'Exposition. Ces machines sont en assez grand nombre et plus ou moins ingénieusement conçues ; nous ne nous arrêterons cependant pas à les décrire, car nous n'y avons vu que des tentatives très-louables pour obtenir directement un mouvement de rotation par des appareils peu volumineux, sans qu'aucune des

dispositions exposées se recommande comme une solution vraiment pratique, pouvant fonctionner d'une manière durable et réellement économique.

II. — Chaudières et foyers.

Les chaudières à vapeur et les systèmes de foyers exposés dans la classe 53 étaient peu nombreux. L'intérêt de l'Exposition, quant aux générateurs de vapeur, résidait dans les chaudières en activité, exposées dans la classe 52.

Diverses dispositions de chaudières tubulaires méritent d'être citées. Toutes ont pour but de permettre la visite et le nettoyage, à l'extérieur et à l'intérieur, des tubes et de rendre ainsi possible l'emploi des chaudières tubulaires avec des eaux de pureté moyenne et des houilles de toutes qualités. Ces dispositions ont ainsi levé un obstacle à l'emploi de ces chaudières, avantageuses sous divers rapports.

La Société J.-F. Cail et Cie, à Paris, a exposé un grand générateur tubulaire de 120^{m2} de surface de chauffe, auquel elle attribue une production de 8 à 10 kilog. de vapeur par kilogramme de charbon brûlé, en maintenant la vaporisation dans la limite de 12 à 15 kilog. de vapeur par heure et par mètre carré de surface de chauffe. Les tubes sont assemblés dans la chaudière d'après le système Berendorf, c'est-à-dire par emmanchements coniques et sous pression exercée au moyen d'une vis, de façon à rendre facile le démontage des tubes, pour les sortir de la chaudière, les gratter et les nettoyer. L'application de ce système, en supprimant le montage obligé des tubes à l'atelier, permet d'ailleurs de construire des chaudières tubulaires en plusieurs tronçons, ce qui en facilite l'expédition.

Les foyers amovibles, qui ont apparu pour la première fois,

d'une manière sérieuse, à l'Exposition de 1862, figurent en assez grand nombre, notamment pour les machines mi-fixes. Ces dispositions, en permettant de faire sortir complétement hors de leur enveloppe commune le foyer et le faisceau tubulaire, réalisent bien la condition de rendre le nettoyage extérieur facile. L'emploi d'une seule bride d'assemblage, adopté par quelques constructeurs, et notamment par MM. Laurens et Thomas, à Paris, offre le double avantage de rendre l'opération du démontage plus simple et plus rapide et de supprimer les tiraillements que l'inégalité des dilatations occasionne entre l'enveloppe et les parties qui forment la surface de chauffe. MM. Laurens et Thomas, en réglant leurs chaudières par numéros de diamètre déterminé et en perçant sur gabarit des brides de même diamètre, peuvent d'ailleurs adapter à une même enveloppe des foyers de rechange, ce qui permet de constituer d'une manière très-rationnelle une chaudière de rechange par le seul changement de la partie intérieure, celle qui fatigue le plus.

Dans l'exposition belge, M. Colson (Melchior), ingénieur mécanicien à Haine-Saint-Pierre, a exposé les dessins d'une nouvelle disposition de chaudière tubulaire. Elle est à foyer extérieur et porte, au-dessus de son corps cylindrique, un réservoir de vapeur, aussi de forme cylindrique, contenant une petite nappe d'eau. La flamme et les gaz chauds s'élèvent à l'arrière d'une très-grande grille pour traverser les tubes et se répandre ensuite, avant d'atteindre la cheminée, autour du corps tubulaire et au-dessous du cylindre supérieur. Les tubes sont disposés par rangées verticales de part et d'autre du plan moyen de la chaudière, en laissant un espace longitudinal libre pour permettre à un ouvrier de se placer entre les rangées et

d'enlever les dépôts qui couvrent les tubes ; de larges portes extérieures donnent, en outre, accès aux extrémités des tubes. Ces dispositions justifient la qualification de *chaudières à tubes accessibles* adoptée par M. Colson ; moins complètes que celles des foyers amovibles, elles promettent cependant des résultats satisfaisants.

M. Colson a également exposé le projet d'une chaudière cylindrique simple, avec addition de tubes de circulation (tubes de Field) placés verticalement sous la chaudière dans un vaste carneau faisant suite au foyer. Cette disposition permettrait d'augmenter dans une mesure considérable, et à peu de frais, la surface de chauffe d'une chaudière existante, tout en lui permettant, pour l'un ou l'autre motif spécial, de produire rapidement de la vapeur.

Diverses chaudières de l'Exposition comportent des tubes de petit diamètre, groupés dans la chambre du foyer et directement exposés au contact de la flamme et des gaz chauds, les rangées inférieures formant chambre d'eau, tandis que les rangées supérieures servent de chambre de vapeur. Ces dispositions permettent de réaliser des appareils capables d'une grande vaporisation, sous un petit volume ; à raison de la faible quantité d'eau à chauffer, les chaudières de l'espèce sont rapidement en pression ; il n'y a plus lieu de craindre les terribles effets résultant de l'explosion des chaudières ordinaires ; enfin, ce genre d'appareils fournit de la vapeur sèche et même surchauffée. D'un autre côté, la construction et l'entretien de ces chaudières donnent lieu à des sujétions qu'une construction soignée, avec des assemblages perfectionnés, peut diminuer sans les faire disparaître. Quoi qu'il en soit, les chaudières du système de MM. J. Belleville et Cie, à Paris, connues depuis

longtemps, sont de mieux en mieux appréciées par l'industrie en France, et nous devions signaler cette tendance.

Des chaudières américaines de système analogue, et dont nous n'avons vu qu'un commencement d'installation, étaient à tubes en fonte de 3 à 4 mètres de longueur et d'environ $0^{m},20$ de diamètre, groupés par séries horizontales et verticales. Une chaudière de MM. Green et fils, à Wakefield, comporte des tubes circulaires en tore, réunis par des tubes longitudinaux, tous en fonte. Nous n'avons pas une confiance bien grande dans ces appareils en fonte, très-sujets à être détruits sous l'effet de dilatations inégales. Ils nous rappellent les chaudières présentées il y a quelques années par Harrisson et formées de séries de sphères creuses réunies entre elles par des boulons; elles sont complétement abandonnées aujourd'hui.

Nous citerons encore, quant aux chaudières, les spécimens de chaudières en tôles soudées entre elles. M. Durenne, à Paris, a exposé des spécimens bien réussis; ce serait un grand progrès de voir se généraliser ce moyen d'assemblage des tôles des chaudières.

Comme moyens de combattre les incrustations des chaudières, l'appareil Wagner était présenté sous diverses formes; on sait qu'il opère sur les incrustations en provoquant le dépôt de ces matières par le chauffage de l'eau d'alimentation et par sa circulation sur une série de plaques spéciales contenues ordinairement dans un appareil distinct de la chaudière.

MM. Gargan et Cie, à Paris, ont exposé un autre moyen, consistant à établir dans la chaudière, sous le niveau de l'eau, une fausse paroi, composée d'éléments en fonte juxtaposés et formant, dans leur ensemble, une fausse paroi, légèrement

excentrique par rapport au contour de la chaudière, et dont le bord est un peu plus élevé du côté où la lame d'eau, ainsi formée, a le moins d'épaisseur : cette lame d'eau s'échauffant plus vite dans sa partie la moins épaisse, il s'établit une circulation d'eau rapide qui empêche les dépôts de se former au bas de la chaudière et qui les amène sur le dessus de la fausse paroi, dont on remplace à volonté les divers éléments. Ce moyen semble très-efficace et il peut, croyons-nous, remplacer avantageusement les moyens où l'on épure l'eau avant son introduction dans la chaudière.

En ce qui concerne les foyers, les modèles et les dessins d'appareils fumivores ne manquaient pas à l'Exposition. La plupart des appareils français, aujourd'hui décrits dans les traités spéciaux, y figuraient, et nous ne croyons pas devoir faire ici la revue de ces moyens, qui presque toujours n'ont d'efficacité qu'à la condition de laisser passer dans le foyer de grandes masses d'air qui le refroidissent.

M. Arnould, ingénieur des mines à Mons, a exposé un plan de foyer à double compartiment, appliqué à une chaudière avec tubes extérieurs; l'ouverture de chacune des portes détermine un jeu de registres, qui dirige les produits de la combustion de chaque compartiment vers l'arrière de l'autre; un accès d'air est, en outre, ménagé vers chacun d'eux. Ces dispositions, déjà mises en pratique sous des formes peu différentes de celles proposées, peuvent, dans certaines limites, produire de bons résultats.

Dans la section autrichienne figurait un foyer incliné de Zeh; les barreaux de grille, très-minces et très-rapprochés, sont disposés transversalement au foyer et formés de plusieurs parties, portées sur des barres longitudinales d'appui; de plus,

ces barreaux, réunis en-dessous par des tringles longitudinales, reçoivent un petit mouvement oscillatoire; une glissière à l'avant règle à volonté l'épaisseur de la couche de combustible, qui doit s'avancer sur la grille. Cette disposition a pour résultat de placer le foyer dans des conditions constamment identiques et d'empêcher l'encrassement des barreaux; des attestations nombreuses déclarent que la grille est économique, qu'elle se conserve bien et qu'elle brûle bien des houilles de qualités diverses.

Une grille exposée par M. Langen, à Cologne, comporte trois étages, ayant des jours verticaux du côté du cendrier, pour charger sur chaque étage du combustible frais; le chargement de celui-ci se fait cependant surtout à la partie supérieure de la grille. Celle-ci présente de plus ce dispositif particulier que, sur chaque étage, les barreaux affectent un contour transversal bombé; les barreaux placés contre les parois du foyer offrent, en outre, des échancrures sur toute leur longueur pour donner accès à l'air.

III. — Appareils accessoires des moteurs a vapeur.

Les appareils accessoires des machines et des chaudières, les seconds surtout, étaient représentés avec profusion dans la classe 53.

En s'occupant de ces appareils, il convient tout d'abord de rendre hommage à M. Giffard, l'inventeur de l'admirable appareil, si répandu aujourd'hui; cet injecteur constitue, sans contredit, l'une des inventions les plus ingénieuses et les plus utiles qui aient été produites dans ces dernières années.

On a modifié de diverses manières l'instrument de Giffard. L'injecteur modifié de Sellers (États-Unis), construit en Angleterre par MM. Sharp et Stewart, est fort remarquable : le

volume du jet de vapeur est réglé par une aiguille mobile dans un ajutage conique, comme anciennement, mais cet ajutage a une position fixe par rapport à l'orifice d'arrivée de l'eau d'alimentation, contrairement à la disposition ordinaire où cet ajutage est mobile pour régler le volume de l'eau à injecter. La cheminée qui reçoit le jet de vapeur, condensé par l'eau aspirée, est, par contre, rendue mobile et glisse librement dans la partie de l'appareil qui forme chambre à eau et qui s'étend depuis l'orifice d'arrivée jusqu'à l'extrémité du tube divergent qui dirige le jet d'eau chaude dans la chaudière; l'espace laissé entre la cheminée mobile et la paroi de la chambre à eau est constamment rempli d'eau, et cet espace diminue ou augmente selon que la cheminée s'éloigne ou se rapproche de l'orifice d'arrivée. Une petite ouverture carrée, pratiquée dans la paroi de la cheminée, opère automatiquement ce déplacement : si la vapeur est en excès, elle pénètre dans la cheminée et aspire, par l'ouverture carrée, une partie de l'eau qui l'entoure; en même temps la cheminée s'éloigne de l'orifice d'arrivée et l'afflux de l'eau augmente; si, au contraire, la vapeur est insuffisante pour le volume d'eau qui afflue, celle-ci s'accumule dans la chambre à eau, pénètre, par l'ouverture carrée, dans l'espace qui entoure la cheminée, la rapproche de l'orifice d'arrivée de l'eau et diminue ainsi l'afflux de celle-ci. L'injecteur Sellers est donc un injecteur automatique, réglant de lui-même l'arrivée de l'eau pour un jet de vapeur déterminé.

La magnifique exposition d'appareils accessoires pour chaudières de MM. Schäffer et Budenberg, à Buckau-Magdeburg, montre un injecteur de Schau, ne comportant plus aucun règlement, ni pour le jet de vapeur, ni pour l'afflux de l'eau alimentaire. Cet appareil, d'une trentaine de centimètres de longueur au plus, est très-répandu en Allemagne pour les

machines locomotives, où il s'agit d'une alimentation sans aspiration.

Avant d'abandonner l'injecteur, on nous permettra d'en citer deux nouvelles applications.

L'une figurait à l'Exposition même. M. Flaud, à Paris, a appliqué l'injecteur à un monte-charges, au lieu de recourir à la pression d'eau fournie par une conduite ou un moteur spécial. Sans doute, l'injecteur n'est pas, au point de vue de l'emploi économique de la force, un appareil à recommander dans la circonstance dont il s'agit; mais, pour un travail interrompu et lorsque, pour un autre usage, on dispose d'une chaudière, il peut être fort commode de ne pas devoir recourir à une machine motrice.

Une autre application, beaucoup plus importante, est due à M. Ch. Nivert, à Passy (Paris). L'injecteur a été appliqué par celui-ci au lavage des façades en pierre : un jet d'eau chaude est fourni par un injecteur placé sur une petite chaudière locomobile et dirigé par un tuyau flexible, jusqu'à la hauteur d'un échafaudage volant sur lequel se tiennent deux ouvriers, dont l'un promène le jet sur une tranche horizontale, répondant à la longueur de l'échafaudage, 5 à 6 mètres; la même chaudière fournit au second ouvrier un jet de vapeur qui sert à sécher la pierre lavée et surtout à détruire jusqu'à une certaine profondeur les végétations qui pourraient avoir pris naissance près de la surface. Le jet d'eau chaude se donne pendant 15 à 20 minutes et le jet de vapeur, pendant un temps moitié moindre. Au fur et à mesure que le nettoyage avance, l'échafaudage est abaissé et les ouvriers opèrent ainsi de haut en bas, par grandes tranches verticales; l'échafaudage est ensuite déplacé horizontalement, et nous avons vu, à Paris, opérer ainsi très-promptement, et d'une manière très-nette, le lavage de façades de grande étendue. Le procédé de nettoyage

que nous venons de faire connaître nous semble avoir des avantages précieux sur le grattage : tandis que le second opère d'une manière barbare, le premier conserve les contours délicats, les ornements dans leurs plus petits détails, en un mot la construction primitive dans son entier; le grattage n'opère point, d'ailleurs, la destruction des végétations à une certaine profondeur sous la surface; enfin, il semble qu'une façade nettoyée comme il vient d'être dit serait éminemment propre à recevoir une application de silicates solubles ou même de tout autre enduit.

Continuant l'étude des appareils alimentaires pour chaudières, nous citerons, dans la section belge, l'alimentateur à glissière, de MM. Gilles Deprez et Louis Hendrickx, à Bruxelles. C'est une petite pompe à vapeur, bien conçue et bien exécutée, marchant à grande vitesse, au besoin à 200 tours par minute; pour alimenter des chaudières de 200 chevaux, l'appareil n'occupe pas plus de $0^{m},68$ de longueur et $0^{m},34$ de largeur. Voici ses dispositions essentielles : le cylindre à vapeur et la pompe sont accolés dans le même plan horizontal; les pistons ont même course et le mouvement du piston à vapeur est transmis au piston plein de la pompe, par l'intermédiaire d'une même crosse horizontale, qui porte en dehors des cylindres deux tiges-guides, avec bielles en retour venant se relier aux boutons de deux petits volants placés symétriquement; la distribution de vapeur se fait par un tiroir et un excentrique; le jeu des soupapes ordinaires de la pompe est remplacé, comme dans les souffleries à grande vitesse, par un tiroir disposé comme les tiroirs ordinaires de distribution pour la vapeur, et par un second excentrique. — Cet appareil permet d'alimenter à toute température; en chauffant l'eau par la vapeur sor-

tant d'une machine sans condensation, la température peut s'élever à 90 degrés. — Le prix des appareils est de 1,000 à 2,000 francs, pour des débits de 7,500 à 40,000 litres à l'heure.

Comme nouveauté et disposition vraiment ingénieuse, nous devons citer ici la petite pompe de Miller, exposée par MM. Malo et Cie, à Dunkerque. Le cylindre à vapeur et la pompe sont alignés et installés sur une même plaque horizontale, à une distance qui correspond à la course des pistons, lesquels sont réunis à une tige commune ; le piston à vapeur a une longueur égale à sa course et présente deux rainures longitudinales, percées l'une jusqu'à la face gauche, l'autre jusqu'à la face droite du piston ; le piston de la pompe est simplement plein ; enfin la tige commune des pistons porte une crosse, terminée en dessous par un petit galet en acier, assujetti à glisser le long d'une rainure sinusoïde, disposée sur la plaque d'appui. En même temps que sous la pression de la vapeur, le piston moteur se déplace, le galet, dirigé par la rainure, oblige les pistons à tourner autour de l'axe commun des cylindres, et l'on entrevoit facilement comment le mouvement rectiligne alternatif des pistons détermine dans ceux-ci un mouvemement circulaire d'oscillation ; les rainures du piston à vapeur viennent, par ce dernier mouvement, se présenter alternativement aux orifices d'admission et de sortie de la vapeur, et la distribution de celle-ci s'opère sans tiroir et sans excentrique. La pompe Miller n'ayant d'ailleurs ni arbre moteur ni volant, on est frappé de son extrême simplicité. — Les exposants avaient un petit modèle en laiton, où la rainure, non apparente, était creusée à la surface interne du cylindre contenant le piston moteur ; il suffisait de souffler dans un petit tube, faisant l'office de tuyau de vapeur, pour faire exécuter à la tige de piston des oscillations rapides. — Il semble impossible de produire d'une manière plus simple la double combinaison de deux mouvements alter-

natifs, l'un perpendiculaire à l'autre, et, à notre avis, la pompe Miller est une des inventions les plus curieuses de l'exposition des machines.

L'auto-alimentateur exposé dans la section belge par M. Brière, ingénieur-mécanicien à Bruxelles, a pour objet de suppléer aux défauts que présentent les pompes, sujettes à manquer par le non fonctionnement de leurs soupapes, de parer à l'inconvénient qu'offre l'injecteur Giffard, en ne permettant pas une alimentation à toute température et, enfin, de maintenir dans les chaudières un niveau constant. On ne saurait contester que la plupart des accidents aux chaudières étant dus à un défaut d'alimentation, les tentatives que l'on fait pour établir une alimentation assurée, méritent d'être encouragées; mais il importe, pour des appareils de l'espèce, qu'ils soient simples, d'un jeu assuré et, dirons-nous, facilement compris par ceux qui les emploient, sinon il devient impossible de porter remède à un défaut de fonctionnement. L'appareil de M. Brière réunit-il ces conditions ? Nous en doutons pour notre part et, pour qu'on puisse en juger, nous ferons connaître toutes les parties dont il se compose. L'auto-alimentateur comporte d'abord une boîte, à double compartiment, en relation avec la chambre d'eau de la chaudière, au moyen d'un tube appliqué par-dessus et plongeant dans la chaudière à la hauteur du niveau moyen ; un double jeu de tiroirs met alternativement chacun des compartiments en relation avec les deux tubes précédents et avec un réservoir supérieur où l'eau d'alimentation est amenée par une pompe ou par tout autre moyen ; les compartiments se vident et se remplissent aussi alternativement, tant que l'orifice inférieur du tube appliqué par-dessus n'est pas couvert d'eau ; dès que cette circonstance se présente, l'alimentation s'arrête d'elle-même. Ajoutons que le jeu alternatif des tiroirs se produit automatiquement, en le

faisant dépendre des différences de pression qui se produisent tour à tour dans les deux compartiments ; un robinet régulateur permet enfin de régler ce jeu avec plus ou moins de vitesse.

En ce qui concerne les appareils de sûreté proprement dits, les collections d'un grand nombre d'exposants français et ceux de MM. Schäffer et Budenberg sont fort remarquables.

Les manomètres métalliques surtout étaient extrêmement nombreux; mais nous n'avons point trouvé de disposition essentiellement nouvelle. Le manomètre de Bourdon, où un tube creux se déforme, dans son contour général, sous l'effet du gonflement que la pression de la vapeur fait subir à son profil plat, a servi de type à un grand nombre d'appareils. Le manomètre de Schäffer, à plaque élastique ondulée, prise par ses bords et accusant les pressions par les déplacements que subit son centre, a été aussi imité avec diverses modifications; la plaque sert souvent de simple obturateur, et un ressort spécial fait équilibre à la pression de la vapeur sur la plaque. D'autres appareils enfin comportent un tube creux, dont les parois élastiques présentent des ondulations annulaires et parallèles; ce tube subit facilement des modifications de longueur, sous l'effet d'une pression intérieure. Ce qu'il importe d'éviter dans la construction des manomètres métalliques, c'est l'emploi de pistons ou pièces quelconques glissant à frottement sur d'autres pièces; les indications de ces manomètres sont facilement viciées.

Dans l'exposition belge, il y a lieu de signaler les indicateurs de niveau de M. Arnould et ceux de M. Goossens, fabricant de robinetterie à Gand. Ce dernier, au lieu d'appliquer les robinets d'isolement entre le tube en verre et son support, adopte des robinets à noyau creux et il les place aux extrémités

des tubulures qui reçoivent le tube; cette disposition est de nature à mieux préserver celui-ci, en évitant les efforts en travers sur les tubulures, lorsqu'on tourne les robinets.

Aux appareils qui précèdent se rattachent les robinets et appareils de graissage pour cylindres à vapeur et pour paliers. Nous ne citerons que ceux qui figurent dans la section belge.

M. Goossens, précité, et M. Grégoire, à Nimy-Maisières près de Mons, ont présenté, le premier, un robinet de graissage dont l'écoulement est réglé par la position du robinet; le second, un graisseur où un appareil à rotation continue sert de régulateur à la lubrification.

M. Piret, de Neuilly, a exposé une boite, de construction belge, pour fusées d'essieux ou pour tourillons en général. La boite, entièrement fermée, emploie l'eau ou l'huile, et le liquide lubrificateur est constamment versé sur les surfaces frottantes, au moyen d'un disque, tournant avec la fusée ou le tourillon et garni d'ailes hélicoïdes formant compartiments élévateurs.

Cette revue des appareils accessoires nous conduit à parler ici des régulateurs pour les machines à vapeur.

On sait que, dans beaucoup de machines, le régulateur agit sur la détente au lieu d'agir sur la pression, comme c'est le cas ordinaire. L'action sur la détente est plus rationnelle, mais elle peut être insuffisante; de là des dispositions où le régulateur règle à volonté par la détente ou par la pression, avec variation facultative de la vitesse normale. Souvent aussi la détente est variable à la main et par le régulateur.

Outre l'ancien régulateur de Watt, le régulateur à bras croisés de Farcot, le régulateur pneumatique de Larivière et

le régulateur à poids additionnel sur l'axe de Porter, appliqués à un grand nombre de machines, l'Exposition présente quelques dispositions nouvelles.

Tel est le régulateur de Pickering, construit par MM. Pickering et Davis, à New-York. L'appareil est formé d'un axe tournant autour duquel sont groupées trois lames d'acier bombées qui portent des sphères en leur milieu; les lames sont fixées par leurs extrémités à des manchons dont l'un peut glisser sur l'axe; sous l'effet de la force centrifuge, les boules s'éloignent de l'axe et, en entraînant le manchon mobile, elles changent la position de la valve d'admission. Ce régulateur se recommande particulièrement par sa simplicité et par la propriété qu'il a de pouvoir tourner autour d'un axe vertical ou autour d'un axe horizontal.

M. Rolland, à Paris, a présenté le modèle d'un nouveau régulateur isochrone ou à équilibre constant; il comporte un double ou triple système de deux boules, celles-ci étant montées à angle droit sur des axes horizontaux entraînés dans le mouvement de rotation de l'axe du régulateur. Un long mémoire communiqué au jury expose les considérations théoriques qui justifient, pour ce régulateur, la qualification ci-dessus. L'appareil proposé est bien compliqué, et nous ne croyons point qu'il soit appelé à un succès pratique, surtout que des solutions, parfaitement satisfaisantes, sont obtenues plus simplement.

Plusieurs machines en mouvement portaient des régulateurs construits par MM. Sautter et Cie, à Paris, et dus à M. Foucault. Les bras avec les boules sont librement posés sur le sommet de l'axe vertical du régulateur, et le manchon mobile ordinaire est traversé par une vis, à long pas, tracée sur l'axe; en outre, un ressort transversal relie les deux boules au-dessus de leurs centres. L'effet de ces dispositions est de

rendre instantanée l'action du régulateur, les boules changeant de position dès que l'axe de la vis, qui traverse le manchon, change de vitesse; l'intervention du ressort a, de plus, pour effet de faire passer les boules d'une position à une autre, en quelque sorte directement, sans osciller de part et d'autre d'une nouvelle position d'équilibre, et le nouveau régulateur est ainsi doué d'une stabilité que ne possèdent ni les régulateurs ordinaires ni les régulateurs dits paraboliques. D'ailleurs, M. Foucault n'a point voulu, pensons-nous, produire un régulateur qui fût rigoureusement isochrone, mais seulement d'une manière très-approchée.

Dans la section belge, M. Beniest, à Gand, a exposé un régulateur à pendule dont voici les dispositions caractéristiques. Une chaîne continue passe sur deux poulies fixes, placées à égale hauteur, et forme deux plis, dont l'un porte une poulie mobile, en relation avec la valve du tuyau de vapeur; l'une des poulies fixes reçoit son mouvement de la machine motrice, entraîne la chaîne et fait ainsi tourner l'autre poulie fixe; celle-ci est pourvue de dents entre lesquelles se meut l'échappement d'un pendule. Si la vitesse de la machine vient à se modifier, la première poulie fixe obéit immédiatement à ce changement, tandis que la seconde poulie fixe, dont le mouvement dépend des oscillations du pendule, ne change point de vitesse; le pli de la chaîne qui supporte la poulie mobile change alors de longueur, la poulie elle-même varie de position et entraîne la valve jusqu'à ce que l'accord soit rétabli entre les mouvements des deux poulies supérieures, par le retour de la vitesse de la machine à son état normal. Cet appareil est moins simple que les régulateurs ordinaires, qui, bien disposés, suffisent à la plupart des cas pratiques; cependant il peut être d'un bon emploi s'il est bien exécuté, et à cet égard il serait désirable que le pendule fût moins court.

Ajoutons que l'échappement est tracé de façon que la chaîne sans fin, dès qu'elle est mise en mouvement, détermine d'elle-même le mouvement oscillatoire du pendule.

Signalons encore, quant aux régulateurs, la suppression de la garniture d'étoupes autour de la valve régulatrice, comme dans la machine de la Compagnie de Fives-Lille. Cette garniture est l'une des causes du mauvais fonctionnement des régulateurs; elle est remplacée par un cône, forgé avec l'axe de la valve, faisant joint sur une douille en bronze et pressé contre celle-ci par un ressort.

Finalement, nous rattacherons aux appareils accessoires les organes de transmission qui se trouvent exposés.

Outre le fragment de roue conique faisant partie de l'exposition de M. Vandenkerchove à Gand, et cité précédemment, nous n'avons à mentionner que de grandes et belles collections de courroies.

Laissant de côté les expositions étrangères, nous ferons mention des courroies de MM. Fetu et Deliège, à Liége, de celles de MM. Fetu fils aîné et Cie, à Bruxelles, de la grande courroie bien fabriquée de M. Mouthuy, à Bruxelles, des courroies de MM. H. Lemaistre et Cie, à Bruxelles, et de MM. Van Nitsen et Houben, à Verviers. L'une des courroies exposées par MM. Fetu fils aîné et Cie présente une nouveauté de fabrication : elle est formée de plusieurs lames d'acier, disposées parallèlement, qui forment la partie résistante de la courroie; des bouts de lanières de cuir, juxtaposés transversalement et ayant une longueur égale à la largeur de la courroie, enveloppent ces lames d'acier, de telle sorte que l'adhérence sur les poulies est due au contact du cuir, comme dans les courroies ordinaires. L'expérience

devra prononcer sur le mérite de ce mode de fabrication.

Nous citerons, pour terminer, les paliers hydrauliques de MM. Jouffray aîné et fils, à Vienne (Isère). L'eau comprimée dans un réservoir de force agit sous le pivot d'un arbre vertical ou sous le tourillon d'un arbre horizontal, des garnitures en cuir embouti empêchant les fuites d'eau autour du pivot ou du tourillon. Ces dispositions, encore nouvelles, n'ont point reçu d'application courante; mais l'un des modèles exposés rendait très-sensible la réduction des frottements due à ce moyen de fournir appui aux arbres tournants.

IV. — Machines locomobiles et locomotives routières.

Outre les machines locomobiles exposées comme machines agricoles, et rangées comme telles dans la classe 48, la classe 53 comprenait quelques machines locomobiles de très-belle construction; nous signalerons les dispositions suivantes.

En ce qui concerne l'appareil moteur, divers constructeurs adoptent deux cylindres conjugués dès que la puissance excède une dizaine de chevaux; plusieurs machines comportent deux cylindres de détente disposés horizontalement à côté l'un de l'autre; une disposition toute spéciale à cet égard est celle de la locomobile (système Allen) exposée par MM. Malo et Cie, à Dunkerque : le cylindre a une longueur double de celle qui correspond à deux fois le rayon de la manivelle, et il présente en son milieu une séparation annulaire, qui est traversée par un manchon cylindrique d'une longueur égale au double du rayon de manivelle; ce manchon porte à chaque extrémité un piston, et il est réuni avec les deux pistons à une tige unique reliée par une bielle à la manivelle de l'arbre moteur; la vapeur, admise alternativement de chaque côté de la séparation annulaire, agit d'abord sur des portions annulaires des

pistons, puis achève de se détendre, en passant vers les extrémités du cylindre, pour agir sur les sections entières des pistons, avant de se répandre dans l'atmosphère ; un seul tiroir règle la distribution de la vapeur dans cette ingénieuse disposition de cylindre pour forte détente.

De plus en plus, les cylindres des locomobiles sont à enveloppe de vapeur ; dans quelques-unes aussi, les cylindres sont enveloppés par la base de la cheminée. Il y a donc également, quant aux locomobiles, une étude complète de l'appareil moteur, pour réaliser des machines plus économiques, quant à leur consommation.

En ce qui concerne les chaudières des locomobiles, leurs foyers sont généralement plus vastes et mieux proportionnés ; beaucoup de machines françaises ont des foyers amovibles, justifiés surtout par le motif spécial que les locomobiles sont exposées à devoir employer des eaux de toute qualité.

Pour quelques chaudières horizontales à tubes en retour, on a adopté des tubes pliés en quart de cercle à leur extrémité, afin de les assembler sur le gros tube faisant suite au foyer ; ces coudes facilitent la déformation des tubes, soit sous l'effet des pressions d'épreuve, soit en service sous l'effet des dilatations et des pressions ; très-souvent, les tubes crèvent près des coudes, et il ne convient donc point d'imiter cette disposition, qui se rencontre aussi dans quelques chaudières mi-fixes, horizontales ou verticales.

En ce qui concerne le train de roues, généralement le nombre des roues est de quatre. Pour le parcours des mauvais chemins, la disposition qui consiste à monter la locomobile, à chaudière horizontale comme à l'ordinaire, sur un châssis porté par un seul essieu et deux roues de grand diamètre, nous semble recommandable ; le châssis est calé ou porte sur le sol pendant le fonctionnement de la machine. MM. Laurent

et Thomas, à Paris, ont adopté cette dernière disposition.

Diverses locomotives routières figurent à l'Exposition. Les modèles exposés appartiennent à la France, et ils diffèrent des modèles employés en Angleterrre, en ce qu'ils sont disposés, non pas essentiellement comme puissantes machines de traction, mais bien comme machines de transport, de 3 à 4 chevaux de puissance, marchant à des vitesses atteignant 10 et 12 kilomètres à l'heure. Nous avons assisté à quelques essais de machines semblables sur des chemins macadamisés en bon état; ces essais n'ont point été défavorables, mais nous doutons que sur des chemins mal entretenus et sur des chaussées pavées, les transports à vitesse donnent des résultats satisfaisants.

Quoi qu'il en soit, il y a lieu de s'applaudir des tentatives faites en France pour substituer, aux services de messageries par chevaux, un service empruntant le secours de la vapeur.

Voici quelques indications relatives aux machines présentées. Elles sont portées sur trois ou sur quatre roues, par l'intermédiaire de ressorts en spirale ou autres; le train d'avant, à une ou à deux roues, est manœuvré en général par le conducteur placé à l'avant, exceptionnellement par le conducteur placé à l'arrière; l'emploi de deux roues d'avant a conduit à les faire pivoter chacune autour d'un axe propre, en restant parallèles à elles-mêmes; les deux roues d'arrière, folles sur leurs essieux, peuvent à volonté être rendues solidaires avec celui-ci, à l'aide de plateaux et de vis de serrage, et la solidarité peut être établie pour les deux roues à la fois ou pour une seule, selon qu'il s'agit d'un parcours en ligne droite ou suivant un grand rayon, ou selon qu'il s'agit d'une manœuvre à court rayon.

Quant aux chaudières, elles comportent généralement un corps tubulaire horizontal et, en ce cas, pour éviter que par

l'inclinaison de la route une partie de la surface de chauffe ne vienne à découvert, il y a lieu de conseiller l'addition d'un corps vertical formant complément à la chambre d'eau et formant réservoir de vapeur. Exceptionnellement, comme dans la locomotive routière de M. Lotz fils aîné, de Nantes, la chaudière est verticale.

L'appareil moteur comporte un seul ou, de préférence, deux cylindres, avec appareil de changement de marche. L'arbre moteur de la machine transmet l'action de celle-ci aux roues d'arrière, soit par une combinaison de roues et de pignons, soit en faisant usage d'une chaîne sans fin ; en général, des pignons de rechange, ou toute autre disposition, permettent de marcher à des vitesses différentes, soit pour le parcours des rampes, soit pour franchir un passage difficile, soit pour le démarrage, en disposant alors le moyen de faire varier la vitesse de façon à pouvoir en effectuer la manœuvre sans arrêt de la machine, comme dans le système Larmanjat.

Ajoutons qu'en France une disposition réglementaire limite à 8 tonnes la charge sur les deux roues motrices réunies.

V. — Machines a air chaud et machines a gaz.

Les tentatives qui se font pour substituer à la vapeur d'eau l'air chaud, le gaz d'éclairage ou tout autre fluide, méritent toujours un examen attentif, soit que les inventeurs croient pouvoir produire plus économiquement une force industrielle donnée, soit qu'ils se proposent seulement d'écarter les accidents résultant de l'explosion des générateurs à vapeur ou d'éviter la nécessité de consommer de grandes quantités d'eau, parfois rares, soit enfin qu'il s'agisse de fournir à la petite industrie un moteur d'une installation facile, affranchi le plus souvent de la condition de produire sur place l'agent qui le fait mouvoir.

Les machines qui se rattachent à ces dispositions sont de deux espèces : à air chaud et au gaz d'éclairage.

Dans l'annexe américaine figurait une petite machine à air chaud d'Ericson, disposée d'après le type simplifié qu'ont fait connaître les annales du Conservatoire des arts et métiers de Paris (tome Ier, 1860-1861). Nous nous bornerons à dire ici que le même cylindre horizontal contient le foyer, le piston alimentaire et le piston moteur, et que les mouvements relatifs de ceux-ci aspirent entre eux un certain volume d'air extérieur, le compriment et le mettent en contact avec les parois chaudes du foyer, de façon à lui communiquer une augmentation de volume capable de lui faire produire un travail utile sur le piston moteur; la machine, à simple effet, comporte d'ailleurs des organes rotatifs et un volant régulateur.

Le régénérateur à toiles métalliques, autrefois proposé par Ericson, a été complétement abandonné dans ces machines.

Des expériences de consommation et de travail, faites au Conservatoire, ont donné les résultats suivants : chaque cheval a exigé par heure 4k,13 de coke ou 5k,88 de houille de Mons; la consommation plus grande en houille a été attribuée à la plus grande difficulté de maintenir dans le foyer une température bien uniforme, par l'emploi d'un combustible à flamme.

Ces chiffres atteignent et dépassent même les consommations de nos petites machines à vapeur; mais, comme le disait l'auteur des expériences mentionnées, « la machine d'Ericson
» conserve toujours ce précieux avantage de n'avoir pas besoin
» de chaudière et de fonctionner sans eau ; elle partage d'ailleurs, avec les machines à gaz, cette propriété de pouvoir
» être installée au milieu des ateliers, à tous les étages d'une
» maison, et mieux qu'elles encore elle remplit cette condi-

» tion de ne laisser dégager que de l'air pur, qui pourrait » contribuer d'une manière utile à chauffer le lieu dans lequel » se trouve la machine. »

Aussi les machines d'Ericson de 1/2 à 3 chevaux de force sont très-répandues en Amérique et dans le nord de l'Allemagne ; exceptionnellement les constructeurs de New-York fournissent des machines accouplées de 50 chevaux.

Il convient d'ajouter que la permanence du bon fonctionnement de ces machines demande un entretien soigneux et un ouvrier expérimenté.

Le moteur à air chauffé et refroidi, du système J. Laubereau, à Paris, se rapproche à certains égards de la machine précédente. Le cylindre qui contient le piston moteur est distinct de celui qui renferme le piston alimentaire et au-dessous duquel est établi le foyer ; ce second cylindre, dans la partie qui est en dehors du foyer, a une double enveloppe avec circulation d'eau. Comme dans la machine précédente, le piston alimentaire est en matériaux conduisant mal la chaleur, et il est muni d'une cloche qui entoure le foyer; les deux pistons sont d'ailleurs simplement pleins et se trouvent reliés, l'un par une manivelle, l'autre par un excentrique triangulaire et un coude, au même arbre moteur.

La machine étant supposée en mouvement et les pistons étant au bas de leur course, l'air qui remplit la chambre fermée, située au-dessus du piston alimentaire, agit sur le piston moteur, après s'être dilaté au contact des parois du foyer et de la cloche qui enveloppe celui-ci; lorsque le piston moteur arrive vers le haut de sa course, l'autre est abaissé rapidement; l'air rentre dans la chambre à air en se refroidissant au contact de ses parois entourées d'eau, et le piston alimen-

taire s'abaisse sous l'action de la pression atmosphérique; le même jeu recommence ensuite et toujours avec le même air.

Le jury de la classe 53 s'était proposé d'entreprendre des expériences sur cette machine, mais l'installation de l'exposant ne l'a point permis. Voici un résultat extrait du procès-verbal des expériences faites, en 1863, au Conservatoire des arts et métiers (*Annales*, tome IV, 1863) : la consommation de combustible a été estimée à $4^k,55$ par force de cheval et par heure; le refroidissement des gaz exige l'emploi de 700 kilog. d'eau, également par cheval et par heure.

Une autre machine américaine à air chaud, indiquée comme ayant 20 chevaux de force sur les pistons, était exposée par M. Shaw, à Boston, pour servir à une élévation d'eau dans le Parc.

L'appareil comporte un gazogène à cendrier et à foyer clos, deux pompes à air, un régénérateur tubulaire, deux cylindres moteurs à simple effet et des organes rotatifs. L'air comprimé par les pompes s'échauffe en circulant autour du gazogène et en passant dans le régénérateur tubulaire; puis cet air pénètre en partie sous la grille du gazogène et en partie dans son foyer même, avant d'arriver aux cylindres moteurs. Ceux-ci sont donc alimentés par de l'air comprimé et échauffé, partiellement transformé en oxyde de carbone et en acide carbonique, emportant vers les organes moteurs mêmes la presque totalité de la chaleur dépensée.

Comme on le voit, l'idée de la machine Shaw n'est point nouvelle; jusqu'ici la température élevée, développée par les gaz combustibles mis en contact avec de l'air très-oxydant, a constitué une difficulté insurmontable : toute espèce de parois, même celles en fonte, brûlaient rapidement dans ce genre de machines, et les appareils étaient bientôt mis hors d'usage.

La machine exposée préviendra-t-elle ces graves inconvénients? Nous n'avons point pu le constater.

Nous devons ajouter que, par diverses circonstances, le jury de la classe 53 n'a point été mis à même de faire sur cette machine les expériences de consommation et de travail qu'il avait projetées.

Parmi les machines qui emploient le gaz d'éclairage, nous devons citer d'abord le moteur Lenoir. On sait que l'air atmosphérique et le gaz d'éclairage, aspirés en proportions déterminées dans le cylindre de la machine, sont enflammés au moyen d'une étincelle d'induction, fournie au moment précis où les orifices d'admission sont fermés; l'inflammation du mélange détermine une élévation de température suffisante pour que les gaz chauffés exercent utilement une pression motrice sur le piston récepteur; la machine est à double effet et constituée, quant à l'ensemble de ses organes, comme une machine à vapeur ordinaire; une circulation d'eau autour du cylindre empêche, d'ailleurs, le trop grand échauffement de celui-ci.

Nous renvoyons encore au tome Ier des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* pour la description complète de cette ingénieuse machine, ainsi que pour le détail des expériences de consommation et de travail entreprises sur cet appareil.

D'après ces essais, la consommation en gaz reste inférieure à 3 mètres cubes par cheval et par heure, ce qui, avec les autres éléments de dépense, fait revenir ce cheval à près d'un franc par heure. Ce chiffre est plus élevé que celui qui répond, par exemple, à la machine d'Ericson, mais la machine Lenoir a cet avantage que la force motrice y est obtenue et arrêtée à volonté, et la dépense est absolument réduite au seul temps pendant lequel on en use.

Le nombre de moteurs Lenoir de 1/2 à 3 chevaux, placés à Paris et à l'étranger, s'élève à près de 250, outre un grand nombre de moteurs loués pour montage de matériaux à des entrepreneurs de Paris.

M. Hugon, à Paris, a exposé une machine au gaz d'éclairage, à double effet et à mouvement de rotation, comme celle de M. Lenoir, mais différant essentiellement de celle-ci par le mode d'inflammation du mélange explosible.

Le tiroir de distribution du mélange porte deux cavités qui viennent alternativement se mettre en communication avec les lumières des cylindres; dans chacune de ces cavités se trouve un bec alimenté par du gaz à forte pression ($0^m,60$ à $0^m,70$ en colonne d'eau), obtenu au moyen d'un petit soufflet mis en mouvement par la machine. Ces becs étant allumés pénètrent alternativement dans l'intérieur des lumières et servent à allumer le mélange; ils s'éteignent tour à tour par suite de l'agitation produite par l'inflammation et se rallument en passant devant des becs fixes situés à l'extérieur.

Le gaz est fourni par une sorte de soufflet mis en mouvement par la machine et l'air est introduit directement, et par aspiration, dans le cylindre. Une circulation d'eau sert encore à empêcher le trop grand échauffement du cylindre, et, de plus, une certaine quantité d'eau injectée dans le cylindre sert utilement à abaisser la température des gaz après leur inflammation et à lubrifier aussi le cylindre; d'ailleurs, en se réduisant en vapeur, l'eau introduite dans le cylindre fournit un travail qui s'ajoute à celui du mélange détonant.

Les *Annales du Conservatoire* (tome VII, 1866) fournissent des explications étendues sur cette machine; les essais faits au Conservatoire constatent que, pendant toute la durée des

expériences, les mélanges détonants se sont enflammés sans aucune interruption, ce qui n'arrive pas toujours par l'étincelle d'induction. Ils constatent, en outre, que, par force de cheval et par heure, la consommation en gaz a été de 2^{m^3},4454 ; si l'on y ajoute, pour avoir la consommation totale de gaz, celle consommée par les quatre becs d'allumage, chaque cheval demande par heure 2^{m^3},6066, chiffre un peu inférieur à celui des machines Lenoir; d'ailleurs, il y a lieu de tenir compte pour celles-ci de la dépense qu'exige la pile.

Des essais faits à l'Exposition ont confirmé le chiffre précédent : on a trouvé 2^{m^3},5 à 2^{m^3},6 de consommation totale par force de cheval et par heure.

Une dernière machine fonctionnant par le gaz d'éclairage doit encore nous occuper; elle était exposée par MM. Otto et Langen, à Cologne.

Cette machine comporte un cylindre vertical d'une assez grande hauteur; son piston, à simple effet, est, par sa face supérieure, en libre communication avec l'atmosphère. L'air, auquel vient se mélanger une certaine quantité de gaz, arrive sous le piston, et un bec, constamment allumé, sert, par une disposition plus ou moins analogue à celle de M. Hugon, à produire l'inflammation du mélange.

L'action expansive résultant de la combustion du gaz n'est point utilisée directement : le piston est librement lancé vers le haut et ce n'est que sous l'effet de la raréfaction produite à la suite de l'explosion, que la pression atmosphérique agit utilement sur le piston, de haut en bas, en entraînant par une crémaillère fixée au piston une poulie à encliquetage portée par l'arbre du volant. Une faible circulation d'eau autour du cylindre sert simplement de régulateur de chaleur.

La puissance motrice résultant de la détonation du mélange explosible est ici plus complétement utilisée que dans les machines précédentes, mais le succès pratique de l'appareil qui nous occupe dépend essentiellement de la bonne conservation d'organes qui, soumis à des actions brusques, sont exposés à une usure rapide. La machine exige aussi une base solide, et à ce point de vue elle ne constitue pas, pour la petite industrie, une solution aussi bonne que les machines précédentes, susceptibles d'être installées à tout étage sur des planchers ordinaires d'atelier.

Quelques essais au frein ont été tentés à l'Exposition pour déterminer le rendement de cette machine. La charge du frein était de 5 kilog., la consommation n'a point dépassé le faible chiffre de 1^{m3},140 par force de cheval et par heure. La machine fonctionnant sous une charge moindre, 3 kilog., et la vitesse étant augmentée dans le faible rapport de 86 à 90, la consommation a monté à 1^{m3},500 et 1^{m3},690. Il y a lieu de dire ici que le levier horizontal du frein était soutenu par intervalles et que les résultats précédents ne doivent ainsi être accueillis qu'avec réserve.

D'autres essais ont été entrepris par la Compagnie du Gaz, à Paris. On a fait usage d'un frein plus stable par lui-même, son levier pendant verticalement. Le poids, agissant sur l'extrémité du levier, était suspendu à un fil de fer passant sur une petite poulie de renvoi. Voici les résultats obtenus : la consommation a varié de 1^{m3},400 à 1^{m3},550 par force de cheval et par heure, la charge du frein étant d'environ 4 kil.; en portant celle-ci à 6 kilog., la consommation s'est abaissée à 1^{m3},050; en la réduisant à 2 et 3 kilog., elle s'est élevée au contraire à environ 1^{m3},500.

Ces expériences auraient besoin d'être contrôlées pour pouvoir établir une comparaison exacte entre la machine de

MM. Otto et Langen et les machines à gaz précédentes. Il n'en est pas moins vrai que la machine en question l'emporte sur les autres, comme économie de consommation.

VI. — Moteurs hydrauliques, etc.

Outre les moteurs à vapeur et les moteurs spéciaux dont il a été question dans ce qui précède, l'Exposition présente quelques spécimens de moteurs hydrauliques et autres.

Divers constructeurs français, MM. Brault et Bethouard, à Chartres, Laurent aîné, à Dijon, Protte, à Vendeuvre, etc., ont présenté des turbines à axe vertical des types connus. Nous citons ces appareils pour mémoire, n'y ayant point trouvé de dispositions essentiellement nouvelles et tout en reconnaissant les immenses services que ces machines continuent à rendre à l'industrie.

Les usines de Jenbach, en Tyrol, ont envoyé une turbine pour hautes chutes dont l'axe est disposé horizontalement avec la turbine dans un gros tuyau. Pour beaucoup d'industries, cette position de l'axe facilite l'établissement des transmissions de mouvement vers les outils.

La turbine à doubles aubes de Schiele, où l'eau motrice, pénétrant sur la roue par son contour extérieur, se meut du milieu de ce contour vers chacune des bases de la roue, était exposée dans la section prussienne par M. Schiele, à Francfort-sur-Mein, et dans la section anglaise par la Compagnie *Noorth moor foundry,* à Oldham. Deux modèles étaient exposés par cette dernière Société : pour l'un, la roue, montée sur un axe vertical, est installée près de la surface libre des eaux d'aval ; pour l'autre, la roue, de très-petites dimensions, est intercalée dans un tuyau de distribution d'eau. Cette der-

nière disposition rend de grands services à la petite industrie de Londres, chez les coiffeurs, par exemple, pour la mise en mouvement de brosses rotatives, etc. Il est à désirer que ce genre d'applications se généralise et il peut l'être d'une manière vraiment économique si, à sa sortie du moteur, l'eau trouve un emploi pour des usages industriels ou économiques.

A l'Exposition fonctionnaient aussi quelques petits moteurs à colonne d'eau, marchant par une prise d'eau faite sur un accumulateur ou sur une conduite sous pression. Ce genre d'appareils convient particulièrement aussi pour la petite industrie.

Parmi les machines de l'espèce, nous citerons celle de MM. Carrett, Marshall et Cie, à Leeds, où le mouvement alternatif du piston est converti en mouvement circulaire au moyen de deux encliquetages de pression; le moteur à cylindre oscillant, très-bien construit, de M. Perret, à Paris; enfin, le petit moteur à cylindre horizontal fixe et à organes rotatifs ordinaires, de M. Coque, à Paris.

En ce qui concerne les roues verticales ordinaires, l'Exposition présente un fort beau modèle des nouvelles roues de Marly, construites sous la direction de M. Dufrayer. Elles sont au nombre de six et doivent, en vingt-quatre heures, élever d'un jet 15 à 16 mille mètres cubes d'eau de la Seine à 156 mètres de hauteur, répartie sur un parcours de 2,280 mètres. Les roues sont du système de celles dites *roues de côté;* leur diamètre extérieur est de 12 mètres, leur largeur de $4^{m},50$; chacune d'elles porte 64 aubes planes, disposées suivant le rayon et assez prolongées vers le centre de la roue pour per-

mettre la suppression de toute contre-aube. Le vannage est avec charge d'eau sur le sommet de l'orifice; la charge est à peu près le tiers de la chute moyenne, laquelle est de 3 mètres. Chaque roue, au moyen de deux manivelles calées à angle droit sur les extrémités de son arbre, met en jeu quatre pompes horizontales à piston plongeur, placées, par couple, de part et d'autre de la roue; le diamètre des pistons est de $0^{m},38$, leur course de $1^{m},60$, leur vitesse moyenne de $0^{m},133$. L'eau refoulée par les pompes est dirigée vers quatre grands réservoirs d'air placés à l'origine de deux anciennes conduites, qui n'ont que $0^{m},19$ de diamètre. Signalons, comme détail intéressant, que, pour supporter une partie du poids du piston plongeur, lequel, à fin de course, se trouve en porte à faux dans l'intérieur du corps de pompe, celui-ci est garni d'une longue règle en bronze sur laquelle le piston repose; cette disposition très-simple suffit pour conserver la garniture du presse-étoupe, qui, sans cette circonstance, aurait à supporter sur une partie de sa circonférence, le poids du piston.

M. Sagebien, ingénieur civil à Amiens, a exposé les dessins d'une roue de côté, dont le caractère principal consiste en ce que les aubes, inclinées sur le rayon, sont immergentes, de façon que le niveau d'amont s'établit entre les aubes mêmes, sans autre dénivellation que celle qui résulte de l'état de mouvement de la roue. Des expériences citées par l'inventeur l'autorisent à dire qu'au moyen de cette roue l'on obtient, suivant les circonstances, un effet utile de $0^{m},80$ à $0^{m},93$ de l'effet théorique.

Dans la section belge, MM. Delnest, à Mons, ont exposé un modèle, fort intéressant, d'une roue de côté. Les aubes, au lieu d'être simplement planes et parallèles à l'axe de la roue, sont formées de deux parties, inclinées symétriquement par rapport au plan moyen de la roue, de manière à former

entre elles un angle obtus placé vers le bas, au point où l'eau afflue sur la roue; le contour de celle-ci est d'ailleurs entièrement plein et forme la base des compartiments où l'eau motrice vient se loger. Par ces dispositions, un même compartiment ne se remplit d'eau que successivement et la marche de la roue y gagne en douceur; l'échappement de l'air se fait facilement; le dégagement des aubes à l'aval est rendu aussi plus facile, en même temps que le soulèvement de l'eau est évité. Ces diverses circonstances sont de nature à augmenter le rendement des roues ordinaires de côté; d'anciennes roues ont été, avec succès, transformées par MM. Delnest d'après leur système, et déjà 18 roues, de 14 à 60 chevaux de force, fonctionnent en Belgique.

Citons encore le modèle d'une roue flottante établie sur le Rhône, près de Genève, et due à M. Colladon. La roue est un tambour creux en tôle, à la surface duquel sont disposées des aubes légèrement inclinées, comme dans la roue précédente, vers le plan vertical moyen de la roue; à son arbre est suspendu un flotteur qui forme coursier sous les aubes inférieures, en même temps qu'il écarte des aubes les corps amenés par le courant; l'arbre et le coursier sont d'ailleurs reliés à des poteaux fixes par des tringles articulées, de façon à permettre à l'ensemble de l'appareil de suivre les variations du niveau du fleuve. Ces dispositions nous semblent pouvoir être imitées avantageusement.

L'occasion se présente ici de parler d'un appareil installé dans la section belge par M. Callès, ingénieur-mécanicien à Bruxelles, dans le but de montrer que les forces motrices peuvent être transmises avantageusement à de grandes distances, au moyen de l'air comprimé. Cette idée, comme on le

sait, a déjà reçu des applications; l'air, comprimé au moyen d'une chute d'eau, a, par exemple, servi de moteur à des appareils de forage établis dans des galeries souterraines. Lors même que l'air devrait être comprimé par un moteur à vapeur, il pourrait encore être avantageux de distribuer la puissance de celui-ci, au moyen de l'air comprimé, en un grand nombre de parties séparées, car il en coûte moins, par exemple, de produire une force de cent chevaux par un seul grand moteur à vapeur que de produire cent fois un seul cheval-vapeur.

M. Callès, dans ses installations, n'a point été fort heureux : sa machine soufflante, établie dans la grande galerie des machines, était commandée par une courroie et une poulie de l'un des arbres de transmission, sans qu'il fût possible d'évaluer la grandeur du travail transmis à la machine soufflante; d'autre part, l'air refoulé était envoyé à une roue motrice placée dans l'une des annexes belges et qui, disposée à la façon des roues à augets, était plongée sous l'eau pour être mise en mouvement par l'air, affluant à sa base et se substituant à l'eau sur un des côtés de la roue; ce moyen de recueillir l'action motrice de l'air comprimé n'est nullement favorable et l'effet produit n'était d'ailleurs point mesurable facilement. Nous regrettons l'insuccès de cette installation pour M. Callès, lequel, depuis plusieurs années, a consciencieusement poursuivi une idée, utile en elle-même.

Nous ajouterons ici, pour mémoire, que dans le Parc de l'Exposition se trouvaient quelques appareils à élever l'eau, ayant pour moteurs des moulins à vent. Nous n'y avons point trouvé de disposition à mentionner spécialement.

Un moteur électrique de M. S. Moore, exposé par une Com-

pagnie anglaise, offrait un certain intérêt. Quatre électro-aimants à deux bobines chacun, disposés des deux côtés d'un petit arbre garni d'un volant, agissent sur quatre plaques en fer doux, montées deux à deux sur des tiges verticales qui actionnent des manivelles placées à 90 degrés ; la distance verticale entre les disques placés d'un côté est un peu moindre que celle des pôles des électro-aimants, de telle sorte que la rencontre des plaques avec ceux-ci se fait successivement et que l'action motrice est ainsi distribuée d'une manière plus continue ; les plaques, pour réaliser cet effet, sont simplement appuyées sur des épaulements venus aux tiges, et celles-ci, entraînées par le mouvement de rotation des manivelles, poursuivent leur descente, tandis que les plaques restent au repos. L'aimantation successive des bobines et la suspension du courant électrique dans chacune d'elles sont d'ailleurs réglées par des mécanismes assez simples. — Une batterie de 25 petits éléments de Bunsen suffit pour produire une force d'un demi-cheval. Pour des puissances plus grandes, le nombre des bobines, comme le nombre des éléments de la pile, deviennent plus élevés.

Ces machines sont employées par la petite industrie de Birmingham, pour le polissage des articles argentés ou dorés, tels que fourchettes, cuillères, etc.

VII. — Appareils pour l'élévation des eaux.

L'Exposition offre dans la classe 53 une variété très-grande de pompes pour les usages domestiques ou industriels, ainsi que de pompes à incendie à bras ou à vapeur. Les appareils à piston, animés d'un mouvement alternatif, les pompes centrifuges et les pompes rotatives sont représentés dans ces catégories d'appareils par un grand nombre de modèles différents. Des modèles intéressants de béliers hydrauliques, dus à

M. Bollée, au Mans (Sarthe), étaient aussi exposés; ces machines, décrites en détail dans le Dictionnaire des arts et manufactures, se répandent en France pour des arrosages, etc. A ces appareils se rattachent divers modèles de machines hydrostatiques, destinées à élever une partie de l'eau qui les fait mouvoir; ceux dus à M. Samain, de Blois, se recommandent par leurs dispositions bien conçues; très-vraisemblablement leur rendement serait supérieur à celui des béliers.

Nous nous bornerons à faire connaître avec quelque détail les appareils de la section belge et certaines dispositions spéciales.

Nous signalerons d'abord les dessins de pompes à double effet et à piston plongeur de M. Colson, à Haine-Saint-Pierre. Le but de M. Colson a été de réaliser, pour les épuisements à grande profondeur et pour les pompes foulantes en général, une pompe à double effet susceptible d'être commandée par des machines rotatives comme par des machines non rotatives, sans perdre cependant les avantages qui sont propres aux pompes à piston plongeur.

A cet effet, le piston plongeur est creux et formé de deux parties cylindriques ayant des sections qui diffèrent dans le rapport de 2 à 1 et pénétrant par des boîtes à étoupes dans des parties élargies du tuyau d'aspiration et du tuyau de refoulement; la partie du piston dont la section est la plus petite est d'ailleurs celle qui se dirige vers la colonne de refoulement; la soupape de refoulement est logée dans le piston même, à la séparation des deux portions de diamètre différent.

Il est aisé de se rendre compte, d'après ces indications, comment la pompe en question fait monter un égal volume d'eau dans le tuyau d'ascension, pour chacune des oscillations

du piston, et comment ainsi les efforts à transmettre à celui-ci sont sensiblement les mêmes.

S'il s'agit de pompes élévatoires des mines, M. Colson place sur une même ligne verticale le tuyau d'aspiration, le piston plongeur et la colonne élévatoire, et il évite ainsi des tubulures de communication et des portes de visite qui compliquent les pièces de fonderie, tout en les rendant souvent défectueuses et pesantes; le système occupe par là même très-peu de place. Des joints horizontaux près des soupapes d'aspiration et de refoulement rendent d'ailleurs celles-ci facilement accessibles.

S'il s'agit de pompes ordinaires, pour une alimentation de petite puissance, les dispositions diffèrent, mais le système s'applique sans difficultés à des pompes horizontales ou verticales, à formes ramassées.

Les autres appareils à élever l'eau envoyés par la Belgique sont des pompes à incendie.

MM. Requilé jeune et Beduwé, à Liége, ont envoyé une grande pompe à cylindre horizontal et à double effet, installée sur un train à quatre roues; elle se recommande autant par ses dispositions simples et solides que par sa bonne exécution.

MM. Cabany et Cie, à Gand, M. Demeester-Deswaef, à Bruges, et M. Kestemont, à Bruxelles, ont exposé des pompes sur deux roues, facilement transportables, bien agencées et bien exécutées. Celle de MM. Cabany et Cie doit être citée pour la rapidité avec laquelle on peut démonter complétement la pompe et l'enlever de son train pour la poser sans choc sur le sol.

Parmi les nombreuses pompes à incendie des expositions

étrangères, nous devons citer la belle pompe à incendie à vapeur de MM. Merryweather et fils, à Londres.

Toutes les parties de cette machine sont parfaitement groupées pour obtenir un appareil qui, bien que doué d'une grande puissance, soit facilement transportable. La chaudière est à tubes de circulation de Field et permet de mettre l'appareil sous pression de vapeur en dix minutes après l'allumage; c'est là un résultat des plus remarquables : le temps nécessaire au transport de l'appareil suffit pour qu'il soit prêt à fonctionner. La machine agit directement sur la pompe à double effet, sans intermédiaire de mouvement rotatif, circonstance qui a conduit à l'emploi d'une jolie transformation de mouvement pour imprimer un va-et-vient au tiroir qui distribue la vapeur : la crosse du piston saisit une lame d'acier héliçoïdale, placée parallèlement au chemin que décrit la crosse et mobile autour de deux tourillons extrêmes, de telle manière que le mouvement rectiligne alternatif du piston détermine autour de ces tourillons un mouvement circulaire alternatif qui est transmis au tiroir.

Pour faire juger de la puissance de la pompe à vapeur de MM. Merryweather et fils, nous dirons que l'appareil a lancé l'eau jusqu'au haut du phare en tôle construit dans le Parc de l'Exposition; pendant ce travail, la machine entière jouissait d'une stabilité remarquable.

M. Pease, à Buffalo (New-York), a exposé par un modèle le principe d'une pompe employée à l'élévation de l'huile de pétrole.

Le modèle comporte un tube en verre garni d'un clapet de pied et d'une soupape intermédiaire peu distante du pied; un tuyau de petite section descend par le tube en verre jusqu'à la

séparation qui porte cette seconde soupape, et un second tuyau, adapté sous cette soupape et logé aussi dans le tube, descend jusque près du clapet de pied. Enfin, le tuyau de petite section est en communication avec un tuyau en caoutchouc terminé par une boule de même substance.

Il suffit, le clapet de pied étant plongé sous l'eau, de comprimer et de lâcher alternativement la boule de caoutchouc, pour que bientôt, l'air étant expulsé partiellement par la soupape supérieure, l'orifice inférieur du tuyau sous celle-ci soit couvert d'eau et pour qu'enfin l'eau s'élève jusqu'à l'orifice supérieur de sortie. Une fois en train, l'appareil opère sous l'effet du même volume d'air, alternativement comprimé et dilaté.

Dans la pratique, il va de soi que la boule en caoutchouc est une machine à piston commandée par un moteur à vapeur. Nous avons voulu seulement, en décrivant le modèle, faire comprendre le principe des appareils en question.

Nous croyons également intéressant de faire connaître ici le système exposé par M. A. Donnet, à Lyon, pour augmenter l'afflux des eaux vers les puits de pompe.

Le système consiste à fermer hermétiquement le puits à la surface de la nappe d'eau, au moyen d'une cloison horizontale en métal ou en métal et béton; la paroi du puits située au-dessous de la cloison, si elle n'est pas étanche par elle-même, est, en outre, garantie par une paroi en tôle formant cloche avec la paroi horizontale. La prise d'eau se fait immédiatement au-dessous de celle-ci et la succion qui s'établit par le jeu de la pompe appelle forcément le liquide environnant vers le puits; les petits canaux d'amenée s'agrandissant par le fait même de cette succion, l'eau arrive en plus grande abondance; finale-

ment, la dépression de niveau qui se produit dans un puits ordinaire, quand la pompe fonctionne, s'annule et le jeu de la pompe s'en trouve facilité.

Pour un débit d'eau déterminé, il suffit, dans ce système, de puits moins larges et moins profonds, et par conséquent moins coûteux. L'eau cessant d'être prise au bas du puits est aussi plus claire.

Ces dispositions nous semblent de nature à être imitées avantageusement.

VIII. — Appareils de levage.

Les appareils servant à lever les fardeaux ont joué un grand rôle à l'Exposition, aussi bien pour la construction du Palais que pour l'installation des objets exposés. La description raisonnée de ces appareils fournirait un enseignement des plus intéressants.

Le jury de la classe 53 n'a eu à examiner que les appareils non employés pour les besoins de l'Exposition.

Telle est la grue roulante à vapeur exposée par la Compagnie belge pour la construction de machines et de matériel de chemins de fer, à Molenbeek-Saint-Jean.

Cette grue, de la force de 5,000 kilog., a une portée de 6 mètres et une hauteur sous flèche de 8 mètres. Elle est établie sur un pivot en fonte installé au centre d'un chariot supporté par quatre roues roulant sur une voie ferrée ; la grue permet, soit séparément, soit simultanément, l'élévation d'une charge, son déplacement circulaire autour du pivot et son transport le long de la voie.

La grue proprement dite comprend une flèche tubulaire en

tôle et deux tirants en fer, portés par le bâti du pivot; les tirants sont en deux parties, reliées par des tubes en fer clavetés qui permettent, au besoin, d'abaisser la flèche pour le passage de l'appareil, sans démontage, sous des ponts, portes, etc.

Son mécanisme est du système Neustadt, à chaîne de Galle ; on sait que celui-ci offre cet avantage important que le tirage sur la chaîne s'opère toujours dans un même plan vertical ; d'ailleurs, ce mécanisme est simple en lui-même.

L'appareil moteur porté par le bâti comporte deux cylindres à vapeur, placés verticalement, de $0^m,13$ de diamètre et de $0^m,19$ de course aux pistons. Il agit par des embrayages, soit pour monter ou pour descendre la charge, soit pour la faire tourner autour du pivot dans un sens ou l'autre, soit pour faire rouler simultanément les quatre roues du chariot ; la distribution de vapeur se fait, d'ailleurs, par une coulisse qui permet de renverser la marche, selon la manœuvre à faire. Un frein énergique à vis complète ces dispositions.

La chaudière, les caisses à eau et à charbon et un contrepoids supplémentaire sont installés, à l'opposé de la volée, sur le plateau de manœuvre qui forme la base du bâti. La chaudière est verticale, à foyer intérieur et avec deux tubes bouilleurs transversaux placés en croix dans le foyer; elle est alimentée par une petite pompe à vapeur.

Le poids total de cette grue à vapeur est de 25,000 kilog.; son prix est de 18,000 francs. Le bon groupement des diverses parties de la machine et sa bonne exécution recommandent cet appareil d'une manière toute spéciale.

Dans l'exposition belge, nous avons encore à citer, comme bien construites, les poulies différentielles de Weston, envoyées par M. Demoor, à Bruxelles. Dans les appareils puissants de

l'espèce, la chaîne de manœuvre est aujourd'hui distincte de la chaîne qui supporte la charge à élever : la première agit sur une grande poulie et par l'intermédiaire d'un pignon et d'une roue sur la poulie à double gorge qui porte la seconde ; celle-ci seule doit alors être assez résistante pour porter la charge, et l'autre chaîne peut être rendue plus légère ou être remplacée par une simple corde.

Plusieurs constructeurs anglais ont modifié diversement la poulie de Weston, mais, à notre avis, ils n'ont point produit un appareil plus simple.

M. Winand, à Goffontaine-Fraipont (Liége), a aussi exposé, dans la classe 53, des crics d'un bon modèle. La vis sans fin, qui, par l'intermédiaire de pignons et de roues, transmet l'effort moteur à la crémaillère du cric, est susceptible d'être désengrenée, lorsqu'on veut agir rapidement sur la crémaillère non chargée ; une petite manivelle spéciale, appliquée à l'axe de l'une des roues, permet alors d'agir sur la crémaillère, et les manœuvres se font ainsi avec célérité.

Parmi les appareils de levage des expositions étrangères, nous devons citer les jolies grues à vapeur de M. Chretien ; comme on le sait, la pression directe de la vapeur sur un piston y opère le levage de la charge, semblablement à ce qui se fait dans les grues hydrauliques. Le type exposé était celui d'une grue de quatre tonnes. Ces appareils, introduits depuis peu de temps, se répandent facilement.

Nous mentionnerons encore les treuils à encliquetage, avec chaîne passant sur un pignon entouré d'une gaîne en quart de cercle, ce qui donne des appareils puissants et peu volumi-

neux; les crics hydrauliques de MM. Tangye frères, à Birmingham, déjà très-répandus.

IX. — Appareils de pesage et de mesurage.

Les appareils de pesage étaient très-nombreux à l'Exposition et en général bien soignés, depuis la petite balance de comptoir jusqu'aux ponts à bascule pour chemins de fer.

L'appareil principal de la section belge est le pont à bascule exposé par MM. Lucien Vander Elst et Cie, à Braine-le-Comte. En général, les ponts de l'espèce comportent un mécanisme double, l'un servant à caler le fléau de la bascule après le pesage, l'autre servant à isoler le pont de ses couteaux, de façon à préserver ceux-ci contre les chocs et les vibrations résultant de l'arrivée ou du passage des voitures sur le pont. Afin d'assurer ce dernier calage, que la négligence d'un ouvrier peut faire manquer, MM. Vander Elst et Cie opèrent simultanément, par une même manivelle, le double calage : un système de vis et d'écrou, mobile dans une glissière, relève la dragonne et une combinaison de pignons et de vis fait mouvoir, au-dessous du tablier, un axe en fer qui soulève, au moyen d'une came, les leviers isolateurs.

Cette disposition semble très-recommandable. Elle est de nature à rendre le calage du pont en quelque sorte infaillible, et par là même elle permet, sans inconvénients, de placer ces ponts dans les voies où circulent les locomotives et les trains de marchandises, au lieu de devoir les reléguer sur des voies d'évitement, avec plaques tournantes d'accès, toujours coûteuses à établir.

MM. Lixson-Rousselle, à Liége, Meurs, à Mons, veuve Obach et fils, à Bruxelles, ont exposé des bascules et des

modèles divers, mentionnés honorablement par le jury des récompenses. Les premiers, outre une bascule, ont présenté le modèle d'un pont à bascule, à plaque tournante, pour double usage dans les voies ferrées; l'appareil à double romaine de M. Meurs, pour un pont à bascule de 12,000 kilog., est remarquable d'exécution; les bascules de Mme veuve Obach et fils sont également de très-bonne construction et celle pour le pesage du bétail mérite surtout d'être citée pour la stabilité de son tablier.

Nous citerons encore ici les modèles exposés par MM. Robbe-Bollion et Cie, à Thourout. Ils s'appliquent à une bascule pour bétail et à deux bascules ordinaires et dénotent un constructeur soigneux, familiarisé avec la pratique des pesages.

Dans les expositions étrangères, nous devons citer les appareils de pesage de MM. Sagnier et Cie, à Montpellier, où le fer et la tôle remplacent complétement, dans la construction des mécanismes et des tabliers, le bois et la fonte; le bois se détériore facilement lorsqu'il est exposé à l'humidité et au soleil ou lorsqu'il subit des chocs fréquents par le chargement et le déchargement de colis lourds; la fonte, cassante de sa nature, résiste moins bien encore à des chocs répétés. Le mode de construction adopté convient avantageusement pour des bascules de dimensions ordinaires, où, par l'emploi de fers spéciaux, MM. Sagnier et Cie sont parvenus à construire des appareils n'excédant point le poids des bascules en bois; il a été étudié aussi pour réaliser de grands ponts à bascule (30 tonnes) destinés au pesage des waggons et offrant une grande stabilité en même temps qu'une grande solidité; il a été appliqué encore à des ponts à 6, 8, 10 et 12 tabliers indépendants, destinés à régler la suspension des machines locomotives.

Pour le passage des locomotives et des trains, MM. Sagnier et C[ie] ont adapté un calage spécial à leurs ponts à bascule et les chapes de suspension des tabliers de ceux-ci sont à double suspension sur couteaux à angle droit.

Le pont à bascule, avec cuvelage en fonte assis sur une aire en béton, exposé par l'usine de la Mulatière, à Lyon, mérite aussi d'être cité. La substitution d'un cuvelage en fonte à une fosse en maçonnerie a pour objet de permettre l'établissement des ponts sur des terrains non absolument incompressibles, sans devoir recourir à des travaux dispendieux ou sans être obligé de choisir pour le pont un emplacement peu favorable. Il importe toutefois de remarquer que l'appui du cuvelage doit être établi, dans tous les cas, avec un grand soin.

La même usine présente des appareils de pesage de toute grandeur, bien disposés et où la fonte malléable, autrefois employée, est remplacée par le fer forgé.

Citons encore, parmi les instruments de pesage, les bascules en l'air présentées par divers exposants, notamment par MM. Denison et fils, à Leeds, l'usine de la Mulatière, à Lyon, M. Babonaux, à Valenciennes. Ces appareils mobiles sont d'un usage fréquent pour faire rapidement les pesées qu'exigent les inventaires, etc.; le fléau, diversement composé pour réduire dans un rapport déterminé la grandeur de la charge à peser, s'attache par un seul ou par deux points de suspension et l'instrument permet de lire immédiatement la grandeur de la charge. Les appareils de l'espèce, à un seul point d'attache, peuvent aussi se fixer au crochet d'une grue,

pour faire le pesage des marchandises pendant qu'elles sont levées.

Les appareils dynamométriques de toute espèce exposés par M. Clair, à Paris, ainsi que les dynamomètres de rotation totalisateurs exposés par M. Taurinnes, à Paris, doivent être mentionnés ici. Des essais exacts sur la puissance des machines motrices et sur le travail que consomment les machines opératrices ne sont possibles que par l'emploi de ce genre d'appareils; mais les dynamomètres, ceux de rotation surtout, sont des appareils d'un prix élevé et souvent les installations qu'exigent les essais sur le travail transmis par un arbre ne sont pas faciles à réaliser.

Dans ces derniers temps, la marine française a fait des expériences nombreuses et bien réussies sur le travail transmis par des arbres d'hélice, en se servant des dynamomètres de M. Taurinnes. Nous regrettons de ne pas avoir assez de renseignements pour faire connaître quelques résultats.

Nous citerons encore ici un compteur pour voitures, exposé par MM. Bertrand et Addenet, à Paris. Le nombre de révolutions que font les roues est accusé par un compteur totalisateur fixé au coffre de la voiture; la transmission établie entre l'une des roues et le compteur est des plus ingénieuses.

Le moyeu de cette roue porte un excentrique qui imprime un mouvement de va-et-vient à un fil d'acier placé librement dans une gaîne flexible, formée d'un fil de fer enroulé en boudin; l'une des extrémités du fil est fixée sur l'essieu en regard du moyeu de la roue, l'autre aboutit au compteur et l'on voit facilement que le mouvement de va-et-vient du fil sera trans-

mis jusqu'au compteur, quelle que soit la courbure que prendra la gaîne, par suite des changements de position relative des extrémités du fil, dues aux oscillations du coffre de la voiture. Afin de remédier d'ailleurs aux changements de longueur que peut subir le fil par des déformations excessives de la gaîne ou par toute autre cause, l'action du fil sur le compteur s'exerce par l'intermédiaire d'un mécanisme intermittent, qui utilise seulement une fraction du mouvement de va-et-vient.

En ce qui concerne les appareils servant au mesurage des volumes, ceux exposés dans la classe 53 consistent principalement en compteurs à eau et compteurs à gaz, ceux-ci comprenant ceux dits à eau et les compteurs secs, et en appareils régulateurs de la pression du gaz.

Nous ne croyons point utile de faire ici une revue de ces appareils, la plupart déjà connus et publiés; nous constaterons seulement le fini d'exécution des appareils de l'espèce, surtout des appareils anglais, et nous signalerons les particularités suivantes.

Le compteur à eau, système Kennedy, exposé dans la section anglaise par M. Waefelaer, à Bruxelles, procède par mesurage direct, un cylindre se remplissant et se vidant alternativement en déplaçant un piston qui marque ses oscillations sur un cadran. La garniture du piston mérite d'être citée : à son contour est ménagée une large gorge, à fond cylindrique, qui reçoit un anneau en caoutchouc vulcanisé, à section ronde; cet anneau roule tout simplement entre les parois de la gorge et du cylindre, lorsque le piston se déplace, et forme ainsi une jointure imperméable, presque sans friction. Le compteur

Kennedy est employé pour le mesurage de l'eau distribuée par les villes, et aussi, dans diverses usines, comme mesureur du volume d'eau vaporisé dans les générateurs de vapeur. On nous a assuré que plus de 10,000 exemplaires fonctionnent déjà. On lui reproche cependant de couper la pression, pour jets d'eau, etc., et d'exiger des soins de graissage qu'il est presque impossible d'obtenir de chaque consommateur dans un service de distribution d'eau.

Parmi divers appareils exposés par *The gas meter Company*, à Londres, figure un compteur à gaz avec un flotteur très-ingénieux destiné à obtenir dans le compteur un niveau d'eau invariable, condition indispensable pour un mesurage exact. Le flotteur, en alliage inattaquable par le gaz, est un demi-cylindre creux, mobile autour d'un axe horizontal, qui se confond avec l'axe géométrique du cylindre et qui est exactement placé à la hauteur du niveau à maintenir; de plus, le poids de ce flotteur est précisément la moitié de celui d'un égal volume d'eau, et les parois du flotteur ont des surépaisseurs réglées de telle manière que le centre de figure d'une section faite par l'axe coïncide précisément avec celui d'une section homogène de même contour extérieur. Cela étant, on se rendra facilement compte comment, à mesure que le volume de l'eau diminue, soit par l'effet de l'évaporation, soit par toute autre cause, le flotteur s'enfonce de lui-même pour rétablir le niveau à une hauteur constante; le flotteur se relève de même, si l'on ajoute de l'eau. Un arrêt extérieur empêche que le flotteur s'approche, par sa face diamétrale, de la position horizontale, ce qui l'empêcherait de se mettre en mouvement, et un bouchon sur le flotteur vient, dans sa position extrême inférieure, alors que l'eau ferait défaut, boucher l'orifice de sortie du gaz.

Non-seulement la solution qui précède peut être fournie par un flotteur cylindrique disposé comme il vient d'être dit, mais, en outre, par un flotteur en demi-sphère et par toutes les formes de demi-corps de révolution, dont la section des parois satisfait à la condition indiquée. Il va d'ailleurs de soi que la paroi diamétrale doit être construite de façon que la moitié de la paroi qui se trouve hors de l'eau soit exactement équilibrée par l'autre moitié constamment immergée.

Dans certains appareils d'expérience, comme dans certaines manipulations industrielles, le flotteur à niveau constant ci-dessus décrit pourrait recevoir des applications utiles.

CH. ANDRIES,
professeur à l'École spéciale du genre civil de
l'Université de Gand.

NOTE

SUR LA

TRANSMISSION TÉLODYNAMIQUE

INVENTÉE PAR M. F. HIRN.

Les nombreux visiteurs de l'Exposition universelle de 1867 n'ont généralement pas remarqué une disposition mécanique très-simple, par laquelle une pompe centrifuge de MM. Neut et Dumont, destinée à alimenter une partie du service hydraulique de l'Exposition, était mise en action, au moyen d'une locomobile de la force de 25 chevaux, *placée à* 150 *mètres de distance de la pompe*, et dont la puissance était transmise par un câble de huit millimètres de diamètre, enroulé autour de deux poulies de 2 mètres de diamètre, l'une placée près de la locomobile qui lui imprime son mouvement de rotation, l'autre près de la pompe dont elle mettait en action les organes.

Le câble était supporté, au milieu de sa longueur, par une poulie de même diamètre que les deux principales, et il franchissait le petit lac situé au pied du phare français.

La locomobile était cachée dans un bouquet d'arbres du parc français, et les visiteurs prenaient pour un fil télégraphique le câble sous lequel ils passaient, et, attirés par les splendeurs de l'Exposition, ils jetaient un regard distrait sur un objet aussi simple, dont ils ne comprenaient ni ne recherchaient l'usage.

Les visiteurs spéciaux même, lorsqu'on n'avait pas appelé leur attention sur la disposition dont nous allons rendre compte, ne se doutaient pas qu'ils passaient près d'une des dispositions mécaniques les plus remarquables et les plus pratiques que l'on ait eu à signaler depuis longtemps.

Cependant le jury de la 52e classe, que nous avons eu l'honneur de présider, n'a pas hésité à réclamer la plus haute récompense pour l'homme éminent et modeste qui a inventé l'ensemble de cette disposition, et non-seulement un des grands prix de dix mille francs a été accordé à M. Ferdinand Hirn, son inventeur, mais encore le Gouvernement impérial l'a nommé chevalier de la Légion d'honneur, augmentant ainsi la récompense que le jury du groupe VI lui avait votée par *acclamation* (1).

La transmission des forces à grande distance a occupé et occupe tous les ingénieurs depuis longtemps. On sait quelles difficultés et quels obstacles elle rencontre par les pertes successives qui s'accumulent par les frottements principalement, et qui détruisent la force, en majeure partie, entre son point de départ et celui où elle doit être transmise.

Les transmissions par courroie cessent d'être pratiques et applicables à une distance de plus de dix-huit à vingt mètres. Celles par axe ou par engrenages sont soumises non-seulement aux frottements, aux chocs, aux effets de torsion, mais exigent des dépenses considérables d'établissement, aussitôt que les distances augmentent, et dans une proportion tellement grande qu'elles cessent bientôt d'être possibles.

---

(1) Le jury de la 52e classe était chargé principalement de l'examen des moteurs et appareils mécaniques, au point de vue des services qu'ils étaient appelés à rendre à l'Exposition. Aussi sa mission s'étendait à toute la durée de l'Exposition, alors que les autres classes du jury devaient avoir terminé leurs travaux le 28 avril 1867.

Quant aux transmissions par conduites de vapeur, on sait à quels inconvénients elles sont soumises par les causes de refroidissement et de condensation qu'elles entraînent. Il suffit de se rappeler la manière dont elles ont fonctionné aux Expositions de Paris et de Londres, en 1855 et en 1862, pour éviter leur emploi. Aussi en 1867, à l'Exposition universelle, s'est-on bien gardé de les employer pour une distance de plus de 60 à 80 mètres, et nous avons eu l'occasion de vérifier, dans la section belge, que de précautions il fallait prendre pour les faire fonctionner utilement.

Toutes les transmissions par axe, par engrenages, par courroies, reposent sur ce grand principe de mécanique, que la puissance dynamique est mesurée par le produit de la force multipliée par la vitesse de cette force.

Les deux éléments du produit, la force et la vitesse, étant en présence, on peut toujours théoriquement convertir la force en vitesse et réciproquement, suivant les circonstances dans lesquelles on se trouve.

Nous disons *théoriquement*, parce que nous faisons, pour le moment, abstraction des causes de pertes de forces, frottements, chocs, vibrations, torsion des axes, etc., lesquelles sont tellement puissantes qu'elles arrivent à absorber la totalité d'une force que l'on veut transmettre d'un point à un autre, si la distance de ces points a quelque importance.

Mais nous devons rester un instant dans le principe théorique, pour expliquer comment M. F. Hirn est parvenu à la disposition si simple et si remarquable que nous voulons décrire dans tous ses détails.

C'est en partant du principe que le travail mécanique est le produit d'un effort exercé, ou d'une résistance surmontée par une force motrice, et d'une vitesse ou d'un espace parcouru en un certain temps par le point d'application de cette force,

et qu'en augmentant la vitesse on est maître de diminuer à volonté l'effort à exercer pour une somme de travail rendu, que M. F. Hirn est arrivé, d'après ce qu'il expose lui-même, à sa découverte.

Mais laissons-le parler, après les prémisses qui viennent d'être exposées.

« C'est en convertissant d'abord la puissance en vitesse et » puis après la vitesse en puissance, qu'à l'aide d'un corps » léger, d'un cheveu, s'il est permis d'exagérer pour mieux » faire comprendre, *mais d'un cheveu animé d'une immense* » *vitesse*, que, théoriquement parlant, la transmission télody- » namique fait franchir l'espace à une puissante force motrice, » sans perte trop sensible. Une poulie d'un grand diamètre, » mais animée d'une grande vitesse, qui, à l'aide d'un câble » léger, commande une seconde poulie, d'un diamètre à peu » près égal, placée à n'importe quelle distance, c'est donc là » en deux mots et dans sa simplicité tout le secret d'un sys- » tème dont la conception, évidemment trop facile, a échappé » à tant d'illustres ingénieurs modernes et qui, depuis les » quelques années seulement que j'ai eu le bonheur de l'appli- » quer, porte cependant déjà dans des centaines de localités » à des distances considérables, cet élément si nécessaire, si » indispensable aujourd'hui à toutes les grandes œuvres de » l'homme, la force motrice (1). »

Pour toute personne quelque peu au courant de la mécanique, cet exposé que nous avons tenu à reproduire textuellement suffit pour que l'on saisisse tout l'ensemble du système et les applications innombrables et variées qui en découlent.

Cette disposition a le caractère si simple que présentent

(1) *Notice sur la transmission télodynamique,* par C. F. Hirn. — Colmar, — imprimerie de C. Decker, 1862.

généralement les œuvres du génie véritable, simplicité qui fait dire par le vulgaire que *rien n'était plus facile à trouver,* et qui justifie l'axiome de Buffon : le génie simplifie tout.

Nous croyons rendre un service à nos industriels et à nos ingénieurs en ne nous bornant pas à l'exposé qui précède et qui suffirait cependant pour la plupart d'entre eux, mais en faisant connaître tous les détails d'exécution de l'invention de M. F. Hirn, les principales et les plus intéressantes applications qui en ont été faites, et en les mettant à même d'établir des transmissions télodynamiques avec la plus grande facilité.

La planche VI représente une installation complète d'une transmission télodynamique. On remarquera les colonnes de supports qui divisent l'espace existant entre les deux poulies d'action ; ces colonnes n'ont d'autre office que de supporter le câble.

Il ne faut pas cependant que l'on se trompe au sujet de l'application de ces transmissions, qui ne conviennent qu'au delà d'une certaine distance à franchir; car, pour les faibles distances, les arbres de transmission et les moyens ordinaires conservent toute leur supériorité.

Il avait été question, dans le comité de la classe 52, comité chargé d'étudier les moyens de production et d'installation de toute la puissance mécanique nécessaire pour la marche des machines de la grande galerie de l'Exposition, de fournir cette puissance au moyen de machines isolées, placées à de certaines distances du palais, et de la transmettre par des câbles télodynamiques.

Si l'on a renoncé à cette idée, qui aurait eu le mérite de l'originalité et de populariser une disposition trop peu connue, d'éviter des chances d'incendie, les fuites de vapeur et les condensations gênantes des tuyaux de conduite, c'est que l'on a jugé plus intéressant, en entourant le Palais d'une véritable

ceinture de machines motrices, placées isolément et à l'extérieur du Palais, de donner aux industriels des différentes nations le moyen d'exposer leurs machines en marche, et de permettre d'étudier, d'une manière approfondie, par cette belle disposition, les progrès de l'industrie des diverses nations. La plus grande liberté avait du reste été laissée pour le choix des différentes machines à établir.

Nous ne pouvons rendre compte ici de l'ensemble de l'installation si remarquable des machines qui entouraient l'Exposition et lui donnaient la vie et l'activité, mais nous l'avons fait dans le rapport sur la 52e classe que nous avons publié, comme membre du jury international, et les personnes que cela intéresserait trouveront dans ce rapport la solution d'un problème qui a vivement occupé le comité de la classe 52 (1).

L'extrême simplicité de la disposition de M. F. Hirn l'a fait discuter avec une certaine vivacité et d'une manière approfondie. Dans la classe 52 même, des prétentions de priorité ont été élevées par différents inventeurs ou en leurs noms, avec une bonne foi parfaite, hâtons-nous de le dire, et ces prétentions ont engagé le jury à se procurer tous les brevets accordés pour des transmissions ou des dispositions de transmission de forces à grandes distances.

L'un des membres du jury, M. Godwyn, a bien voulu faire laborieusement un relevé de ces brevets, relevé que nous avons sous les yeux en ce moment, et le jury a pu ainsi s'assurer consciencieusement que rien, absolument rien, dans ces brevets, ne rappelait même la disposition de M. Hirn, qui est

(1) MM. Jacqmin et Cheysson, ingénieurs des ponts et chaussées et membres du jury et du comité de la classe 52, ont rendu compte de tout ce qui concerne le service hydraulique et le service mécanique de l'Exposition universelle de 1867, dans un remarquable travail inséré dans les rapports du jury international, publiés sous la direction de M. Michel Chevalier.

sortie intacte de l'examen approfondi que les prétentions soulevées avaient nécessité.

Les recherches de M. Hirn au sujet des transmissions télodynamiques datent de 1850. Comme presque toujours, une circonstance tout à fait fortuite a amené la découverte qui nous occupe; la voici :

En Alsace, au Logelbach, une fabrique d'indiennes de M. Haussman, fondée en 1772, ne marchait plus depuis neuf ans. Cependant son importance, le grand nombre de bâtiments qu'elle présentait et des circonstances favorables à une nouvelle industrie engageaient ses propriétaires à la remettre en activité et à la transformer en tissage mécanique.

Mais il arrivait ce qui arrive presque toujours en pareil cas, c'est que les dispositions de la fabrique d'indiennes qui, peut-être, avaient été convenables de 1772 à 1841, pour l'industrie première, ne convenaient en aucune façon à sa transformation en tissage mécanique.

Des bâtiments isolés et séparés par de grandes distances, une seule machine à vapeur aussi isolée et exigeant pour son emploi une transmission par arbre de couche d'au moins 80 mètres : tout se réunissait pour rendre difficile et peu pratique la transformation projetée, laquelle, en tout cas, n'aurait pu avoir lieu sans une dépense considérable d'installation, et une autre bien plus forte, à cause de la permanence des pertes continuelles de force motrice par l'usage de transmissions dans de mauvaises conditions.

C'est alors que M. F. Hirn imagina pour la première fois d'essayer une transmission de force par l'emploi d'un *ruban* de fer aciéré, engagé dans deux poulies de 2 mètres de diamètre, placées à 80 mètres de distance l'une de l'autre, l'une recevant son mouvement directement de la machine, et la transmettant à l'autre qui commandait un atelier de cent métiers à tisser.

Les révolutions des poulies étaient d'environ 120 par minute.

Cette disposition première, bien améliorée depuis, fonctionna immédiatement avec un succès suffisant et servit, pendant dix-huit mois, à transmettre une force de douze chevaux, avec une perte peu sensible (de deux à trois pour cent seulement).

Mais elle présentait bien des inconvénients, et dès son emploi elle donna lieu à des recherches qui aboutirent à la transmission actuelle.

D'abord, la bande de fer aciéré (le ruban), présentant une épaisseur d'un millimètre et une largeur de six centimètres, était soumise non-seulement à des vibrations gênantes, mais elle présentait une double surface, de six centimètres de largeur sur 80 mètres de longueur, exposée aux effets du moindre vent. Un effet de cisaillement se produisait, en outre, sur les poulies et les mettait hors d'usage en peu de temps. Quelque perfection et quelques soins que l'on apportât à la soudure de cette lame de fer aciéré, le joint qui en faisait une lame continue était sujet à se détériorer, et M. Hirn a raconté à combien d'efforts infructueux il s'est livré avant d'obvier à tous ces inconvénients, et combien il a dû lutter contre les causes d'interruption du travail qui se présentaient fréquemment.

M. F. Hirn n'hésite pas non plus à dire que c'est sur le conseil d'un ingénieur anglais, M. Tregoning, qu'il remplaça la bande de fer aciéré par un câble métallique de la maison Newall et C[ie], d'Angleterre.

Tous les ingénieurs connaissent les câbles de cette maison employés si fréquemment dans les mines, et partout du reste où des efforts considérables nécessitent l'emploi de câbles.

Cette première amélioration fut suivie d'une autre, très-im-

portante aussi, l'augmentation du diamètre des poulies, et la disposition ainsi perfectionnée fut étendue à une nouvelle transmission de 240 mètres de longueur, au moyen d'une poulie de support intermédiaire, pour diviser en deux cette distance. Celle-ci transmettait 40 chevaux de force.

Cette fois la disposition était parfaite et, sauf quelques améliorations d'exécution que nous ferons connaître, elle est restée aujourd'hui comme elle a été établie il y a dix ans, et n'a cessé de rendre régulièrement les meilleurs services.

Le câble employé pour la première transmission de 12 chevaux à 80 mètres de distance, et qui fonctionne encore après 18 ans, a 5 millimètres de diamètre.

Celui employé pour la deuxième transmission de 40 chevaux à 240 mètres de distance a 12 millimètres de diamètre.

La plus grande difficulté d'exécution que M. Hirn eut à vaincre fut la construction des gorges des poulies. Aucune substance ne résistait à l'action du câble; ou le câble était entamé, ou la poulie était mise hors de service. C'est après avoir essayé inutilement le fer, le cuivre, la fonte, le bois de gayac, le bois de buis, le caoutchouc et le cuir, que M. F. Hirn eut l'idée de remplacer ces substances par la gutta-percha. Elle donna immédiatement des résultats si satisfaisants, qu'après huit ans d'usage, les gorges des poulies ne présentent aucune détérioration. La figure 3 de la planche VI représente, en grandeur naturelle, la gorge d'une poulie de support; la partie *B* est en gutta-percha; elle affecte, comme on le voit, la forme dite queue d'aronde, et est forcée à coups de maillet dans la gorge de la poulie (1).

---

(1) La planche VI est le résumé d'un plan de transmission télodynamique envoyé par M. Hirn à l'exposition des produits agricoles de la région de l'Est de la France.

Les poulies, primitivement en bois, sont aujourd'hui établies en fer. On pourrait les faire en acier et leur donner ainsi une légèreté et une force bien plus grande, mais c'est là un détail d'exécution qui dépend entièrement de l'usage que l'on veut en faire, de la vitesse qu'on veut leur imprimer et des circonstances dans lesquelles on se trouve.

Les applications d'une disposition si simple et si efficace se sont étendues avec rapidité, en Alsace principalement. L'industrie, l'agriculture, l'exécution des travaux publics s'en sont emparé et leur usage s'est répandu en Suisse, en Russie, en Suède, en Danemark. C'est en France, en dehors de l'Alsace, et en Belgique qu'elles sont le moins connues, car en Allemagne la transmission télodynamique a été étudiée avec soin et a fait l'objet de travaux scientifiques remarquables.

C'est surtout dans les pays de montagnes, comme dans le Luxembourg, par exemple, où des torrents coulent fréquemment dans des gorges presque inaccessibles pour l'industrie, que les transmissions télodynamiques sont appelées à rendre de grands services. En effet, les transmissions ne doivent pas être établies horizontalement; elles peuvent franchir des rampes élevées et les descendre : elles peuvent changer de direction par un moyen bien simple, indiqué à la planche VI figure 4. On saisit donc immédiatement qu'il est facile de prendre à une rivière encaissée une force quelconque, au moyen d'une turbine ou d'une roue hydraulique simplement, et de la transmettre à une grande distance, dans une localité favorable à l'établissement d'une industrie.

Avant de discuter les pertes de force qui résultent de l'emploi des transmissions télodynamiques, et de donner les détails des supports, des câbles et de la dépense d'établissement, nous passerons en revue leurs principales applications.

Nous allons faire connaître la plus belle, la plus ingénieuse et la plus utile certainement au point de vue de la sécurité, et nous devons les détails qui vont suivre à l'obligeance de M. le colonel du génie russe Guern, professeur à l'Académie de Saint-Pétersbourg, et au savant professeur de mécanique appliquée, à l'Institut de Saint-Pétersbourg, M. Wischnegardsky.

Le 11 juin 1864, une explosion terrible détruisit la majeure partie de la poudrière d'Okhta, en Russie.

Le Gouvernement russe la fit reconstruire avec une activité si grande que, dès le mois d'août de la même année, la fabrication put être reprise en grande partie et, dans les années 1865, 1866 et 1867, elle s'éleva aux quantités fabriquées annuellement avant l'explosion.

Toutefois, comme le Gouvernement russe voulait que les nouvelles constructions fussent non-seulement au niveau des progrès les plus récents, mais pussent satisfaire en outre à une plus grande production qu'auparavant, il chargea une commission d'officiers supérieurs d'étudier les plans d'une poudrière nouvelle, construite près de l'ancienne, et formant avec cette dernière un seul ensemble.

C'est pendant que cette commission procédait aux études qui devaient aboutir à l'établissement colossal de la plus grande poudrière qui existe dans le monde entier, que l'idée d'appliquer, pour ainsi dire presque exclusivement, la transmission télodynamique à la marche de cette poudrière fut proposée par M. Wiener, lieutenant d'artillerie.

M. le général Constantinoff avait déjà, quatre ans auparavant, dans son ouvrage sur la fabrication des fusées de guerre, développé les avantages que présenterait l'emploi de la transmission télodynamique pour les fabrications dangereuses. Il suffisait de la simple énonciation de ces avantages pour que

l'adoption de ce genre de transmission fût acceptée sans hésitation et même avec empressement.

C'est ce que la commission eut le mérite de comprendre, et comme le système de M. Hirn était encore peu connu en Russie, qu'il s'agissait d'en faire une application grandiose et qu'on ne pouvait s'engager dans une voie semblable sans une sécurité absolue, la commission procéda elle-même, avec une grande activité, à une série d'expériences qui produisirent les meilleurs résultats.

Complétement édifiée sur les avantages du système, la commission procéda, avec la même intelligente activité, au remaniement des plans déjà préparés, et arrêta toute la disposition de la poudrière nouvelle, en se basant sur l'emploi de la transmission télodynamique.

Dès le mois de septembre 1865, les nouvelles constructions furent commencées et continuées jusqu'à leur achèvement complet, qui eut lieu en décembre 1867.

La nouvelle poudrière se compose de 34 bâtiments, dont 22 sont destinés aux ateliers, qui sont mis en mouvement par les transmissions télodynamiques.

Ces bâtiments sont généralement à des distances qui varient de 50 mètres à 70 mètres et de 100 mètres à 120 mètres.

Ils sont placés sur trois lignes dont deux parallèles, la troisième leur étant perpendiculaire et placée à l'extrémité des parallèles.

Trois des usines principales sont placées sur la ligne perpendiculaire, et la quatrième à l'intersection de cette ligne avec l'une des parallèles.

Le développement des trois lignes de bâtiments est d'environ 1,600 mètres.

A l'autre intersection de la ligne perpendiculaire avec les parallèles se trouve placé le moteur unique et isolé, qui met

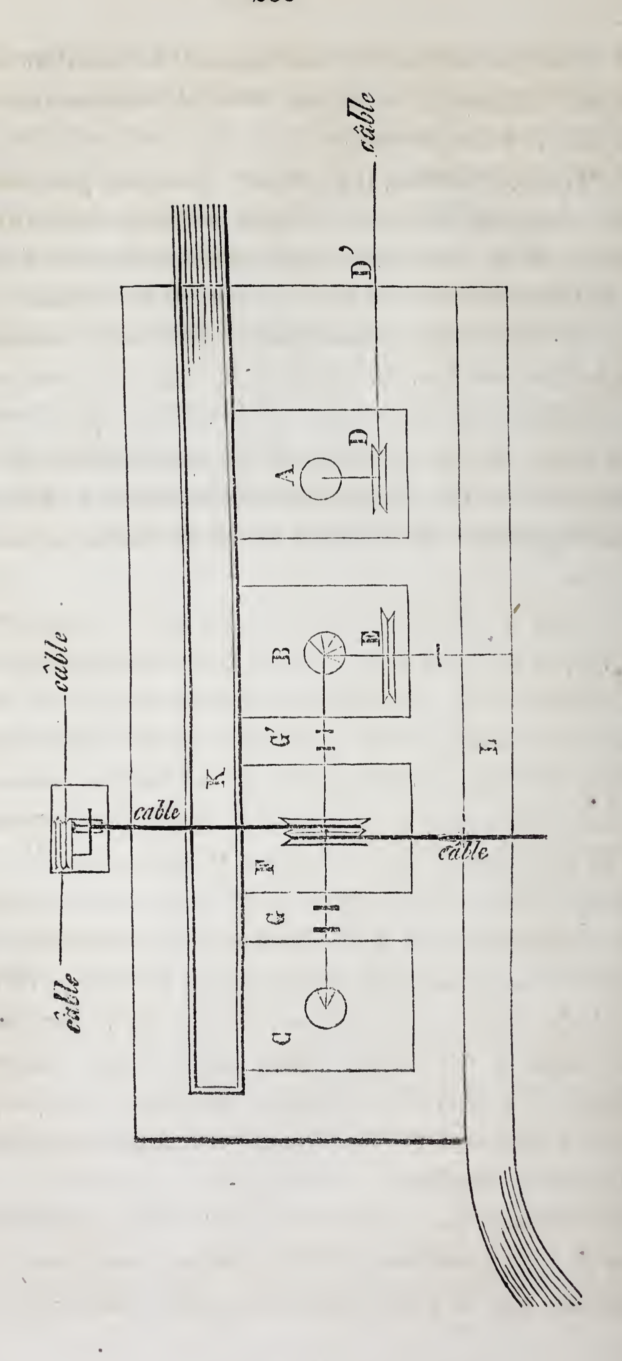
en mouvement tous les ateliers, et qui se compose de trois turbines de la force de 274 chevaux chacune.

Deux de ces turbines suffisent pour produire la puissance mécanique nécessaire pour toutes les opérations de la poudrière. La troisième a été établie, avec une sage prévoyance, pour le cas d'accident quelconque qui interromprait le fonctionnement de l'une des deux turbines toujours en action.

Les longueurs des transmissions varient naturellement : la plus longue est de 1,400 mètres.

L'atelier de la fabrication de la poudre est complétement isolé et, en outre, entouré d'un fort épaulement en terrassements que le câble des transmissions traverse en tunnel.

La disposition des turbines est la suivante :


câble
D'
A
D
B
E
câble
cable
câble
câble
K
L
G'
F
G
C

A. Turbine mettant en mouvement 16 moulins renfermés dans huit bâtiments, au moyen du câble de transmission et de la poulie *D* à simple gorge.

C. Turbine activant 14 ateliers (presses, grainoirs, polissoirs), situés en partie sur la ligne parallèle des bâtiments des moulins, et en partie sur la ligne perpendiculaire à celle-ci.

Les transmissions se font au moyen de la poulie à double gorge *F*. Des embrayages placés en *G* et *G'* permettent de donner le mouvement à la poulie *F*, soit par la turbine *C*, soit par la turbine *B*.

La poulie *E* sert à transmettre le mouvement à la ligne des moulins, en cas de dérangement de la turbine *A*. Elle est toute préparée et peut être mise en action instantanément, pour ainsi dire.

Le canal de l'arrivée de l'eau qui active les turbines est désigné par la lettre *K*, et le canal de décharge par la lettre *L*.

L'exécution de cet immense établissement a eu lieu, pour la partie mécanique, sous la direction de M. Wischnegradsky, professeur de mécanique appliquée à l'Institut technologique de Saint-Pétersbourg, et, pour la partie des constructions, sous la direction de M. le colonel Haussman.

Nous avons dit plus haut qu'il avait été question de se servir uniquement de la transmission télodynamique, pour la marche de la galerie des machines du Palais de l'Exposition universelle. Nous avons dit par quelles raisons on n'avait pas donné suite à cette idée. Mais nous devons constater que l'exemple de la poudrière d'Okhta démontre que l'on n'aurait rencontré aucune difficulté dans l'exécution du projet, si l'on avait voulu le réaliser.

Certainement nous trouverons bien des applications grandioses de la transmission télodynamique, mais nous n'en rencontrerons pas de plus remarquable que celle faite à Okhta,

et l'on doit féliciter réellement le Gouvernement russe et les officiers et professeurs distingués qu'il avait chargés de l'étude de la nouvelle poudrière, de l'initiative intelligente qu'ils ont prise de mettre en usage une disposition nouvelle, et du succès qu'ils ont obtenu.

On peut affirmer qu'il ne se construira plus une seule poudrière ou une seule usine pour la fabrication des fusées de guerre, sans que l'on cherche à appliquer les principes généraux qui ont présidé à la construction et à la disposition de l'établissement d'Okhta.

Ainsi voilà la transmission télodynamique qui amène une révolution complète dans l'installation des usines destinées aux fabrications dangereuses, et Dieu sait si, par ces temps de paix armée, ces usines sont nombreuses !

Mais les applications de la transmission télodynamique sont pour ainsi dire infinies.

En agriculture, aujourd'hui que l'usage des machines se répand de plus en plus, que d'incendies n'a-t-on pas eu à déplorer par l'introduction dans des granges de locomobiles destinées à battre les blés, etc. !

Rien de plus facile maintenant que d'éloigner le moteur dangereux des bâtiments ou des matières inflammables.

M. Schlumberger (Henri), d'après M. Hirn, a fait la première application de la transmission télodynamique à l'agriculture, à Staffelseden, dès 1854.

Son exemple a été suivi par M. le comte d'Eprémesnil, à Fontaine-le-Soret (Eure), par l'établissement d'une transmission télodynamique appliquée à une scierie et à des machines agricoles, placées respectivement à 1,000 mètres et à 500 mètres de la force hydraulique qui les met en mouvement.

Dans l'exécution des grands travaux publics, la transmission télodynamique a déjà rendu ainsi des services signalés.

Nous nous bornerons à citer l'emploi qui en a été fait dans la construction du pont sur le Rhin, à Strasbourg, et qui se trouve décrit dans l'ouvrage consacré à ce beau travail.

Dans l'industrie, M. Hirn évalue à plus de *quatre cents* les applications qui lui sont connues, et dont la maison Stein et Cie, de Mulhouse, qui les a établies presque toutes, s'est fait une véritable spécialité.

Voici, du reste, le résumé de quelques applications citées par M. Hirn.

En 1857, M. Jagd a établi une transmission de 45 chevaux, à 100 mètres de distance, en Danemark.

En 1857, il a été établi, à Cornimont (Vosges), une transmission de 50 chevaux à 1,150 mètres.

En 1859, il a été établi, à Oberwesel (près de Francfort), une transmission de 100 chevaux, à 984 mètres.

En 1859, il a été établi, à Emmendigen, une transmission de 60 chevaux, à 1,200 mètres.

En 1861, il a été établi à Kayserberg (près Colmar), une transmission de 60 chevaux, à 324 mètres.

Enfin, il s'est constitué à Bâle, sous le nom de *Compagnie d'utilisation des forces du Rhin*, une société dont le principal but est de tirer parti de l'immense puissance mécanique développée par la chute du Rhin, à Schaffhouse, et qui, au moyen de transmissions télodynamiques, peut être distribuée dans un rayon très-étendu, pour tous les besoins de l'industrie et de l'agriculture.

Mais que les touristes et les paysagistes se rassurent, la chute du Rhin restera toujours un des plus beaux spectacles de la nature, et les quelques centaines de chevaux de force qu'on lui prend à l'amont n'amoindriront pas son aspect. Elle est assez riche en puissance pour en prêter quelque peu, sans qu'elle s'en ressente sensiblement.

Parmi les questions qui restent à examiner, celle de la dépense d'établissement d'une transmission télodynamique n'est pas la moins importante.

C'est là encore un point de supériorité de cette transmission; car la dépense ne s'est élevée qu'à environ 5,000 fr. par *kilomètre,* non compris la dépense à faire au point de départ et d'arrivée, que l'on peut évaluer, d'une manière générale, de trois à quatre mille francs.

La maison Martin Stein, de Mulhouse, a fourni à la Russie tous les câbles employés à la poudrière d'Okhta. Comme nous l'avons dit plus haut, cette maison a une véritable spécialité pour la fabrication des câbles télodynamiques, et il résulte des renseignements recueillis par le jury de la 52me classe, qu'elle a établi presque toutes les transmissions télodynamiques qui existent en Alsace, et que, depuis dix ans, elle a livré plus de 400 câbles d'un développement total de 72,000 mètres, et destinés à la transmission de plus de 4,000 chevaux-vapeur de force.

Nous avons dit plus haut que la perte de force d'une transmission télodynamique n'était que de 2 1/2 à 3 p. c. Nous parlons d'une transmission simple, car on comprend que plus l'on ajoute de poulies-supports, c'est-à-dire plus l'on augmente la longueur de la transmission, plus cette perte doit augmenter; mais hâtons-nous de le dire, elle reste toujours dans des limites très-modérées.

Ce sont les expériences directes de M. F. Hirn qui l'ont conduit à constater que la perte pour une transmission simple n'est que de 2 1/2 à 3 p. c., mais il est facile de les trouver théoriquement.

En effet, ces pertes résultent de trois causes :

Résistance de l'air aux bras des poulies;

Roideur du câble métallique qui passe sur les poulies;

Frottement des tourillons des poulies dans leurs coussinets.

M. F. Hirn s'est rendu compte de la dépense d'une transmission de 120 chevaux, à une distance de 40 mètres à 150 mètres, et de la perte de force qui en résulterait.

Il a appliqué ensuite le même exemple à la transmission de la même force à 10,000 mètres de distance.

L'expérience des centaines de transmissions télodynamiques qui ont été établies sous ses yeux, avec ses conseils désintéressés et d'après ses principes, lui ont donné la certitude que la dépense d'établissement de la poulie de commande et de la poulie de réception, avec tous leurs accessoires, ne dépasse pas 3,000 fr.

Lorsque la ligne de transmission est directe et dans des conditions ordinaires, le calcul de la dépense des câbles, des colonnes des poulies de support et de leurs fondations donne pour résultat 5,000 fr. par kilomètre. Nous faisons abstraction de tout ce qui ne concerne pas la transmission proprement dite, puisque cela retombe dans le cas ordinaire, et que les dépenses autres que celles qui nous occupent sont constantes, quel que soit le mode de transmission.

Voilà donc pour la dépense.

Quant à la perte de force, les expériences directes de M. F. Hirn l'amènent à admettre, pour une transmission simple de 120 chevaux, faite par deux poulies de 4 mètres de diamètre, faisant 144 révolutions par minute, armées d'un câble de 12 millimètres de diamètre, une perte de travail de moins de trois chevaux, pour une distance variant de 40 à 150 mètres.

M. F. Hirn établit que l'on peut considérer cette perte comme une constante.

Étendant l'exemple à la même transmission à une distance de 10 kilomètres, il évalue ainsi la résistance supplémentaire produite par chaque paire de poulies de support.

Le poids du câble est de 75 kilogrammes pour 150 mètres.

Les poulies de support sont du poids, chacune, de 150 kilogrammes pour 2 mètres de diamètre.

En admettant 150 mètres de distance entre les poulies, de quelque nature qu'elles soient, le poids du câble joint à celui de la poulie elle-même sur les tourillons, sera de 75 kilogrammes + 150 kilogrammes, soit de 225 kilogrammes.

Les tourillons ayant $0^{m},045$ de diamètre, à la vitesse de 288 tours par minute, pour les poulies de 2 mètres de diamètre, correspondant à celle de 144 révolutions par minute pour les poulies de commande et de réception de 4 mètres de diamètre, la résistance par chaque poulie de support sera de 5 kilogrammes environ.

Soit, par kilomètre et pour 7 paires de poulies-supports, une perte de travail de 7·2·5 kilog. = 70 kilog. par 1,000 mètres.

M. F. Hirn arrive donc ainsi à ce résultat. C'est que, pour une transmission de 120 chevaux à 10,000 mètres de distance, il faut compter premièrement sur une perte constante de 2 1/2 p. c., soit 3 chevaux ou 225 kilogrammes pour les frottements des deux grandes poulies de commande et de réception; — deuxièmement sur une perte de travail de 70 kilogrammes par kilomètre, sur 10 kilomètres, provenant des poulies intermédiaires, soit 700 kilogrammes.

Soit en totalité 925 kilogrammes ou 12 1/2 chevaux.

Dans cette hypothèse, la puissance transmise de 120 chevaux à la poulie de commande serait encore de 107 chevaux et demi. Mais il faut évidemment ajouter à la perte de travail de 12 1/2 chevaux celle qui ne peut manquer de résulter de deux causes permanentes, la roideur du câble et la résistance de l'air.

Quoi qu'il en soit, en supposant même 5 1/2 chevaux de perte pour ces deux causes, il n'en resterait pas moins 102 chevaux de force sur 120 transmis à une distance de 10,000 mètres,

ce qui est absolument impraticable à l'aide des moyens de transmission ordinaire.

Bien que M. Hirn ait calculé les dimensions et les poids d'arbres qui devraient donner cent chevaux de force à des distances aussi considérables, nous nous abstiendrons de reproduire les résultats de ces calculs, parce que les hypothèses sur lesquelles ils sont basés s'éloignent trop des choses possibles et pratiques, pour qu'il soit nécessaire de les examiner à fond.

Toutefois, le frère de M. F. Hirn, le savant G.-H. Hirn, auteur de la théorie mécanique de la chaleur et de beaucoup d'autres travaux scientifiques d'une haute importance, et qui vient d'être nommé membre correspondant de l'Institut de France, a fait à ce sujet un petit travail fort intéressant, et que l'on trouvera à la suite de ce mémoire.

Nous nous sommes appliqué à reproduire principalement et textuellement, quand nous l'avons pu, les idées de M. F. Hirn lui-même, qui a consacré de longues années à améliorer son invention, et qui l'a amenée à son extrême simplicité.

Nous joignons à cette notice une planche (voir pl. VI) qui représente :

1. L'ensemble d'une transmission télodynamique ;
2. La coupe, en grandeur naturelle, de la gorge d'une poulie ;
3. L'élévation et la coupe d'une colonne-support ;
4. Une transmission télodynamique avec angle sur son parcours.

On voit que, dans ce cas, le changement de direction se fait au moyen de poulies horizontales, placées entre deux colonnes de supports. Il en résulte naturellement une perte de travail à ajouter à celle que nous avons calculée ci-dessus. mais c'est là un faible inconvénient en comparaison de tous les avantages de la transmission télodynamique et de celui de pouvoir changer la direction de la transmission.

Nous n'avons été, dans cette notice, que le rapporteur, pour ainsi dire, de la disposition de M. Hirn ; les détails que nous avons donnés, nous les tenons, en majeure partie, de l'auteur lui-même, avec lequel nous avons eu une correspondance suivie, lorsqu'on lui contestait l'invention de sa disposition, et de son frère M. G.-H. Hirn.

Nous n'avons donc aucune autre prétention que celle de rendre un service à notre pays, en appelant l'attention des ingénieurs et des industriels sur une disposition mécanique qui a déjà rendu des services considérables, et qui est appelée à en rendre de bien plus grands.

Les personnes qui voudraient étendre leurs études sur cette belle disposition trouveront des détails qui la concernent dans les ouvrages suivants :

Notice sur la transmission télodynamique, par C.-F. Hirn, Mulhouse, Bader.

Année scientifique de Louis Figuier, 1858, deuxième année, 1er volume.

Année scientifique de Louis Figuier, 1858, deuxième année, 2me volume.

Mémoire présenté à la Société d'encouragement, 1858, par G.-A. Hirn.

Constructions Lehre für den Maschinenbau, von F. Reuleaux, professor am Polytechnicum im Zurich, Braunschweich, 1859.

Rapports du jury international de l'Exposition universelle de 1867. — *Service mécanique et service hydraulique*, par MM. Jacqmin et Cheysson.

M. Reuleaux était membre du jury de la classe 51; M. Jacqmin, ingénieur des ponts et chaussées, professeur à l'école des ponts et chaussées, était membre et secrétaire de la classe 52, et M. Cheysson, ingénieur des ponts et chaus-

sées, était chef de service de la galerie des machines et secrétaire du groupe VI dont ressortissait la classe 52. Ces ingénieurs distingués, qui ont rendu de grands services dans l'installation du service mécanique et hydraulique de l'Exposition, ont vivement soutenu la proposition de décerner un grand prix à M. Hirn, proposition qui, après avoir été votée à l'unanimité par le conseil des présidents des classes du groupe IV, a été votée *par acclamation* par le conseil des présidents des groupes.

Terminons cette notice en constatant que M. Hirn n'a jamais voulu prendre de brevet pour une disposition qui est appliquée en Alsace des centaines de fois, en Russie, en Suède, en Suisse et en Angleterre, et qu'il a donné ainsi une preuve de désintéressement à laquelle on ne peut assez rendre hommage. Loin de tirer quelque avantage particulier et personnel de son invention, il n'a cessé de se mettre à la disposition des nombreux industriels qui lui ont demandé des renseignements, et de contribuer ainsi à répandre une disposition qui porte son nom, et qui ne tardera pas à être connue de tous les ingénieurs.

J. Du Pré,
président du jury de la classe 52.

APPENDICE.

NOTE DE M. G.-A. HIRN.

Le problème dont la solution numérique est donnée dans le texte, pour deux cas particuliers, est celui-ci :

« Étant donnée une usine qui consomme un travail F exprimé

en chevaux de 75 kilogrammes, et un moteur relié à cette usine par un arbre de couche rectiligne d'une longueur L, quel sera le travail qu'aura à fournir le moteur pour faire mouvoir cette usine et l'arbre de couche lui-même; quel sera le poids de l'arbre, quel sera son diamètre aux deux extrémités, à la condition que le diamètre réponde partout au travail à fournir?

Dans la réalité, on serait obligé de construire une semblable transmission avec des arbres supportés, à tous les trois mètres de distance, par un coussinet, et unis les uns aux autres par des manchons. Pour simplifier le problème, supposons que l'arbre soit d'une pièce, et que son diamètre croisse régulièrement à partir de l'usine, de manière à résister au frottement qui augmente successivement son travail.

Le diamètre d'un arbre cylindrique en fer forgé est donné, comme on sait, par la formule :

$$D = a\sqrt[3]{\frac{F}{n}} \quad (I) \qquad D^3\frac{n}{a} = F \quad (Ia)$$

dans laquelle n représente le nombre de tours par minute, et a un coefficient qu'en pratique on fait, en général, égal à 0,128.

Supposons, comme on le fait en général, le frottement proportionnel à la charge et indépendant des vitesses et des surfaces; prenons-le égal à 0,05, comme on l'a fait dans le texte pour calculer le travail consommé par les poulies de support. Le poids du mètre cube de fer forgé étant 7,800 kilogrammes, le poids d'un cylindre d'un diamètre D et d'une longueur infiniment petite dL sera :

$$dp = \frac{7800.3,1416}{4} D^2 dL \qquad (II)$$

Étant n le nombre de tours par minute, la vitesse circonférentielle sera par seconde :

$$\frac{Dpn}{60} = V.$$

Le travail en chevaux infiniment petit df, consommé par notre cylindre infiniment court, sera donc :

$$0{,}05 \left(\frac{7800.3{,}1416\, D^2}{4}\right) dL \frac{D\, 3{,}1416\, n}{60.75} = df \qquad (III).$$

En réduisant, on a simplement :

$$0{,}21384\, n\, D^3\, d\, L = D f \qquad (IV).$$

Substituant à la place de D^3 la valeur

$$D^3 = 0{,}128^3 \frac{F}{n}$$

tirée de l'équation (I), il vient :

$$0{,}00044847\, f\, d\, L = d\, f \qquad (V).$$

En intégrant entre les limites F, qui est la force à fournir à l'usine, et f, qui est celle que nous cherchons, il vient :

$$0{,}00044847\, L = \text{log. hyp.} \left(\frac{f}{F}\right).$$

Divisant par 2,3026 pour transformer en logarithmes vulgaires, et résolvant par rapport à f, on a

$$\text{log.}\, f = \text{log.}\, F. + 0{,}00019475\, L.$$

Supposons maintenant que le travail à fournir à l'usine soit de 100 chevaux, et la longueur de l'arbre 20,000 mètres, comme il est admis dans le texte, il vient :

$$\text{log.}\, f. = 2 + 3{,}897 = 5{,}897$$

d'où : $f = 788400$ chevaux.

Supposons que, le travail à produire étant toujours 100 che-

vaux, l'on veuille savoir quelle est la longueur d'arbre qui double ce travail, on a :

$$0,00019475\ L = \log. 2 = 0,30103$$

d'où :

$$L = 1545^{m}.$$

Pour une force de 788,400 chevaux, le diamètre de l'arbre à 20,000 mètres de l'usine serait donc :

$$D = 0,128 \sqrt[3]{\frac{788400}{100}} = 2^{m}548.$$

Pour 200 chevaux, le diamètre serait environ $0^{m},162$.

En différentiant :

$$f = \frac{n D^3}{0,128^3}$$

on a :

$$d f = \frac{3 n D^2 d D}{6,128^3} = 1430,57.\ n D^2 d\ D.$$

D'où il résulte, en substituant cette valeur en (IV)

$$0,00014948\ D\ d\ L = d\ D.$$

Et puisque

$$d p = \frac{7800.3,1416}{4} D^2 d\ L = 6126\ 12\ D^2 d\ L$$

on a :

$$d p = \frac{6126,12}{0,00014948} D\ D\ d$$

d'où :

$$p = \frac{1}{2}(D_0^2 - D_1^2).$$

En réduisant, on a :

$$p = 20491437\,(D_0^2 - D_1^2)$$

pour l'expression du poids de l'arbre.

Il résulte de là, pour les deux exemples choisis :

$L = 2000^{m}$ $p = 132700000$ kil., ou 132,200 tonnes.

$L = 1545$ $p = 202046$ kil.

NOTE.

Deux grandes maisons de construction se sont occupées spécialement de l'établissement des transmissions télodynamiques, la maison Martin Stein et Ce, de Mulhouse, et la maison Joh.-Jacob Rieter et Ce, de Winterthur (Suisse).

La maison Martin Stein et Ce a établi 430 transmissions télodynamiques.

Elle a fourni les câbles de transmission de la grande poudrière d'Okhta, ainsi que ceux de la fabrique impériale de projectiles établie à Nicolaïeff (Russie méridionale).

Ceux de nos industriels qui voudraient établir des transmissions télodynamiques trouveront dans le tableau ci-après un aperçu des prix des câbles de la maison Martin Stein et Ce, dans différentes hypothèses.

Nº des CABLES.	DIAMÈTRE des CABLES.	PRIX par MÈTRE.	DIAMÈTRE des POULIES.	FORCE TRANSMISE PAR 10m DE VITESSE par seconde.
	MÈTRES.	FRANCS.	MÈTRES.	CHEVAUX.
2	0,0045	0 52	1,00	3,70
4	0,0055	0 60	1,00	5,00
6	0,005	0 55	1,20	5,40
8	0,0065	0 66	1,20	7,25
11	0,006	0 58	1,40	7,25
13	0,0075	0 73	1,40	9,85
17	0,007	0 64	1,50	9,65
19	0,009	0 77	1,50	12,80
24	0,008	0 70	1,80	12,20
26	0,01	0 85	1,80	16,30
32	0,009	0 59	2,00	15,15
35	0,012	0 85	2,00	22,60
40	0,0095	0 64	2,00	18,25
43	0,013	0 88	2,00	27,35
48	0,0105	0 70	2,50	21,70
51	0,014	0 97	2,50	32,55
56	0,011	0 72	2,50	25,47
59	0,015	1 01	2,50	38,25
64	0,012	0 79	2,80	29,55
67	0,016	1 08	2,80	44,33
72	0,013	0 83	3,50	33,90
80	0,015	0 92	3,50	48,85

Nous avons indiqué la dépense approximative des poulies d'action et de support; le tableau ci-dessus permettra donc de faire un devis approximatif de l'établissement complet d'une transmission, jusqu'à la force de cinquante chevaux. Si l'on voulait en établir une plus forte, sans la diviser, les données seraient faciles à calculer.

La maison Joh.-Jacob Rieter et Ce, à Winterthur (Suisse), a établi toutes les transmissions télodynamiques de Shaffhouse,

ainsi que celles d'Oberwesel, près Francfort-sur-Mein (filature);
de Taennikon en Suisse (tuileries);
de Moscou;
de Sensil (Bohême);
de Possendorf près de Vienne;
de Hermanetz près Neusohl (Hongrie);
de Kollbrunnen près Winterthur (Suisse);
et enfin chez elle-même, dans ses grands ateliers de construction.

Nous ne mentionnons pas ici une grande quantité de transmissions de moindre importance.

Il résulte évidemment de ce qui précède, que l'usage des transmissions télodynamiques se multipliera de plus en plus, et que les deux maisons que nous avons citées ont acquis une expérience, dans ce genre de transmissions, qui présente toutes les garanties que l'on peut désirer.

CLASSE LIV.

MACHINES-OUTILS.

SOMMAIRE : Introduction. — I. Machines-outils à travailler le fer. — II. Machines-outils à travailler le bois. — III. Machines diverses, formant machines de fabrication.

COMPOSITION DU JURY.

Le baron **Renouard de Bussierre**, député au Corps législatif, directeur de la Monnaie de Paris.	France.
Le général **Morin**, membre de l'Institut, directeur du Conservatoire impérial des arts et métiers, membre des jurys internationaux de 1851, 1855 et 1862, *président*	Id.
Tresca, sous-directeur et professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, membre du jury international de 1855, *secrétaire-rapporteur*.	Id.
Andries, professeur à l'École spéciale du génie civil de l'Université de Gand.	Belgique.
J.-E. Holmes, *vice-président*.	États-Unis d'Amérique.
G.-W. Hemens, Esq. F. R. H. S.	Grande-Bretagne.
Suppléant : John **Anderson**, Esq.	France.

Les machines exposées dans la classe 54 comprennent les instruments et les machines-outils servant au travail des métaux et du bois, et, en outre, diverses machines-outils formant machines de fabrication.

Sur près de 250 exposants, la Belgique n'en comptait que dix. Deux marteaux-pilons, diverses machines pour le travail

ordinaire des métaux et des machines à broyer, tels sont les appareils envoyés par nos constructeurs de machines-outils.

Sept exposants belges ont obtenu des récompenses, savoir :

Médaille d'argent : M. Detombay, à Marcinelle;

Médailles de bronze : MM. Fetu et Deliége, à Liége; Rens et Colson, à Gand; L. Vander Elst et Cie, à Braine-le-Comte; Cail, Halot et Cie, à Molenbeek-Saint-Jean; Delnest, à Mons;

Mention honorable : Marie, à Marchienne-au-Pont.

Les machines-outils de l'Exposition de 1867 n'ont point formé la partie la plus saillante de l'exposition des machines, prises en général. Cependant l'on doit reconnaître qu'elles y occupent une place brillante; quelques machines nouvelles figurent dans la classe 54, et les machines anciennes ont subi des modifications de détail, peu apparentes souvent, mais réelles et très-importantes.

C'est ainsi que la facilité de maniement des outils s'améliore par le bon groupement des organes sur lesquels l'ouvrier doit agir; la perfection du travail produit s'améliore par une plus grande stabilité donnée aux organes fixes, par la bonne assiette et le parfait guidage des organes mobiles, par l'excellente combinaison des mouvements de ceux-ci; la durabilité de fonctionnement est augmentée par l'emploi plus général de l'acier et par la trempe des ajustements, par la facilité de resserrer toutes les parties frottantes, en cas d'usure et de jeu, par le contre-balancement plus fréquent des pièces mobiles et des réactions qu'elles développent, au moyen de contre-poids ou de vis de butée; enfin l'achèvement complet des pièces sur les machines-outils, sans travail manuel complémentaire, assure de plus en plus la conservation parfaite de la forme

fournie par la machine-outil, la pièce façonnée ne changeant point de place avant son entier achèvement (1).

Le soin des détails est, pour une machine-outil, une condition essentielle de succès ; chacune des améliorations indiquées a, par là même, une importance véritable.

I. — Machines-outils a travailler le fer.

Deux espèces de machines pour le travail du fer *à chaud* figuraient dans la classe 54 : des marteaux-pilons et un marteau frappeur, mû par la vapeur.

Les marteaux-pilons exposés n'étaient que des appareils de dimension moyenne. Le plus considérable est le marteau de 4,000 kilog. et de 1^{m},80 de levée, exposé par M. Detombay, à Marcinelle; il appartient à la catégorie des marteaux dits à simple action, et il est disposé pour être manœuvré à la main, non automatiquement.

La forme du bâti doit tout d'abord être remarquée : les jambages sont des pièces creuses, à contours extérieurs arrondis, sans nervures, afin d'éviter ainsi, aussi complétement que possible, l'influence fâcheuse du retrait du métal; les jambages sont d'ailleurs bien tracés au point de vue de la résistance qu'ils doivent présenter. Les guides du bloc sont rapportés à boulons sur le bâti, le bloc, en fonte, présentant de chaque côté une rainure longitudinale pour s'engager entre les glissières.

(1) La trace des passes des outils que l'on laisse subsister sur certaines pièces donne à celles-ci un aspect non moins satisfaisant qu'à celles polies ultérieurement, avec un supplément de main-d'œuvre.

Le cylindre à vapeur est surmonté, comme dans les anciens marteaux-pilons de Cavé, d'un réservoir d'air dont on connaît la fonction et dont le volume est égal, dans le marteau qui nous occupe, au quart de celui du cylindre; deux soupapes automotrices sont appliquées sur ce réservoir : l'une, dite de refoulement, permet à l'air, comprimé au-dessus du piston dans le mouvement ascensionnel de celui-ci, de s'échapper au besoin; l'autre, dite d'aspiration, permet la rentrée de l'air extérieur pendant le mouvement de descente du piston.

Le marteau de M. Detombay ne fonctionne pas automatiquement. Il est assez généralement reconnu aujourd'hui, qu'à moins qu'il ne s'agisse d'exécuter un travail exigeant peu de variations dans les effets à produire au marteau, les systèmes automatiques utilisent mal la puissance dont l'appareil est susceptible, sans donner lieu à une économie de main-d'œuvre; le mécanisme qui détermine l'action automotrice doit, en réalité, subir de la part du conducteur de l'appareil un règlement constant, suivant que le fer forgé par le pilon s'aplatit et s'étire, ou selon que le paquet est battu à plat ou relevé de champ, sinon le bloc est relevé trop tôt ou il reste en place; on ne peut donc supprimer ici ni l'intelligence ni l'habileté du conducteur, et, dès lors, il est préférable que celui-ci n'ait qu'un seul levier à conduire, selon les indications qu'il reçoit directement du marteleur; d'ailleurs, à moins d'une autre disposition additionnelle, les systèmes automatiques ne permettent pas d'arrêter le mouton dans n'importe quelle position, lorsque, par exemple, il faut suspendre le mouvement au moment où le marteleur doit retourner ou faire glisser sur l'enclume la pièce à forger, circonstances qui se présentent fréquemment dans une même chaude.

Mais pour que la manœuvre à la main soit vraiment pratique, il devient indispensable d'appliquer aux marteaux une

distribution parfaitement équilibrée, afin de réduire au minimum l'effort à exercer sur l'unique levier de manœuvre. M. Detombay fait usage, à cet effet, d'une disposition, brevetée en sa faveur, qui fonctionne depuis cinq ans et qui a été appliquée déjà à dix-huit marteaux-pilons. Le dispositif comporte essentiellement un cylindre vertical, bien alésé, formant boîte de distribution et offrant deux orifices qui correspondent, au moyen de conduits, aux passages pour l'admission et l'échappement de la vapeur; dans cette boîte se meut un piston, actionné directement par le levier de manœuvre, évidé extérieurement en forme de gorge pour la sortie de la vapeur d'échappement, et percé d'une face à l'autre, pour que la vapeur admise dans la boîte et venant de la chaudière puisse circuler de la face inférieure vers la face supérieure et, par conséquent, assurer l'équilibre dans le sens vertical; des garnitures en bronze, logées dans des rainures pratiquées au haut et au bas du piston distributeur, assurent, d'ailleurs, l'étanchement du système. Enfin, le poids propre du piston est équilibré, à son tour, par le poids de la tringle de commande.

Cet ensemble de bonnes dispositions recommande fortement le marteau-pilon de M. Detombay à l'attention des industriels. Le prix du marteau, y compris la chabotte, dont le poids est de 24,000 kilog., est de fr. 18,000; le coût des fondations est d'environ fr. 5,900, ensemble fr. 23,900.

MM. Lucien Vander Elst et Cie, à Braine-le-Comte, ont exposé un petit marteau-pilon, à bloc en fer de 1,000 kilog. et de $0^{m},70$ de course. Comme presque tous les marteaux de petite forge, il est à double effet, ou avec vapeur agissant au-dessous et au-dessus du piston; il est, de plus, à système automoteur facultatif.

Le bâti, dans ses formes générales, est bien tracé. Pour amortir le choc du piston contre le couvercle supérieur du cylindre à vapeur, en cas de rupture de la tige de piston ou autrement, un matelas de vapeur est formé à la partie supérieure du cylindre, au moyen d'un piston flottant dont la face supérieure est en communication constante avec la vapeur. La marche automatique du piston est réglée au moyen d'un mécanisme placé sur l'une des faces du marteau; la marche à la main dépend d'un levier placé sur son autre face; la course est réglée à volonté, dans le premier cas, par des leviers et des glissières; dans le second cas, par une vis à deux filets contraires.

Le marteau exposé permet la fabrication d'arbres de $0^{m},30$ de diamètre. Son prix est de fr. 7,500.

Dans les expositions étrangères, nous devons citer les modèles de marteaux-pilons exposés par MM. Thwaites et Carbutt, à Bradford.

Outre un martinet automatique, applicable à des travaux de forgeage, exigeant peu de variations dans les effets à produire, l'exposition de ces constructeurs comprend un marteau-pilon de grandeur moyenne, non automatique, ayant un bâti à jambages droits, en tôle rivée. L'usage de ces bâtis se répand de plus en plus dans les ateliers qui travaillent l'acier Bessemer, à raison de ce que ce métal, moins compressible que le fer, détermine, dans les bâtis des marteaux, des réactions intenses auxquelles les bâtis en fonte ne résistent point; ceux-ci subissent des ruptures fréquentes en travers, dans le coude de leurs jambages. Ce nouvel exemple de la substitution de la tôle à la fonte en fer est des plus intéressants. L'augmentation de prix qui en résulte n'est que de 25 p. c. Déjà,

nous a-t-on assuré, 13 marteaux à bâti en tôle fonctionnent en Angleterre.

Les mêmes constructeurs ont exposé deux petits modèles des doubles marteaux horizontaux, à mouvement de roulement en sens inverse, de M. Ramsbotton. Ces marteaux, encore peu connus, comportent de doubles blocs, portés sur quatre forts galets qui roulent sur des rails, interrompus à l'endroit où se trouve la pièce à travailler, de telle sorte que celle-ci reçoit le choc simultané de deux marteaux marchant en sens inverse, sans qu'il faille une enclume pour porter la pièce. On conçoit aisément que des dispositions spéciales doivent être prises pour que les deux têtes des marteaux arrivent simultanément sur la pièce à façonner.

Pour l'un des modèles, celui des marteaux de 5 tonnes, les rails sont établis sur une charpente portée par une maçonnerie d'appui et par des colonnes en fonte ; un cylindre moteur unique est installé verticalement, au-dessous des marteaux, et son axe se trouve précisément dans le plan vertical qui projette les axes de figure des deux marteaux ; la tige du piston moteur est ensuite reliée par deux bielles inclinées, de longueur égale, à chacune des masses à mouvoir horizontalement, de façon à leur imprimer un mouvement identique, en sens inverse.

Pour l'autre modèle, celui des marteaux de 15 tonnes, les cylindres moteurs sont doubles et placés horizontalement, en dehors des masses roulantes, sur l'une de figure de celles-ci ; les pistons à vapeur sont fixés directement aux masses, et des appendices inférieurs, venus à celles-ci, sont traversés par une vis à plusieurs filets très-allongés, inversement tracés pour chaque marteau ; la vis, en tournant sous l'action qui résulte

du déplacement des marteaux, rend encore solidaire leur mouvement en sens inverse. La rotation, ainsi imprimée à la vis, est, d'ailleurs, utilisée pour la mise en jeu des tiroirs qui distribuent la vapeur aux pistons moteurs.

Mais la pièce à façonner n'a point une forme nécessairement symétrique par rapport au plan vertical, normal à l'axe de figure des marteaux et formant pour ceux-ci plan de symétrie; il importe donc que cette pièce puisse, dans une certaine mesure, céder à la pression de celui des marteaux qui l'atteint le premier. A cet effet, la pièce est portée par un chariot qui roule sur un banc disposé entre les marteaux et normalement à ceux-ci, et le banc lui-même peut osciller autour d'un gros axe inférieur pour permettre à la pièce de se prêter au mouvement indiqué tantôt; un grand levier, en relation avec le banc et commandé à la main, permet d'ailleurs, soit de tenir le banc fixe, pendant que le chariot est déplacé, soit d'empêcher le banc de vaciller pendant que les deux marteaux abandonnent la pièce.

Disons, enfin, que le chariot porte-pièce est muni d'une poupée fixe et d'une poupée mobile, qui, par deux fortes pointes, soutiennent la pièce à travailler. A mesure que celle-ci est comprimée transversalement sous l'effet des marteaux, elle doit, d'ailleurs, pouvoir s'allonger, et cet effet s'obtient par le recul de la poupée mobile; celle-ci, pour se prêter à l'allongement brusque de la pièce, est soutenue par un ressort horizontal; de plus, l'attache de ce ressort est traversée par une vis, parallèle au chariot, qui permet de faire reculer le ressort à mesure que la compression transversale de la pièce forgée fait des progrès. En agissant sur celle-ci par des pinces, on peut, d'ailleurs, la faire tourner sur ses pointes, pour en effectuer la compression uniforme; le déplacement du chariot permet de plus de travailler la pièce sur toute sa longueur.

Les doubles marteaux horizontaux de Ramsbotton présentent l'avantage de ne point transmettre au sol les ébranlements que produisent les marteaux verticaux, et de ne point exiger, comme ceux-ci, des fondations coûteuses et souvent difficiles à établir. D'un autre côté, l'appareil mécanique des marteaux horizontaux est moins simple, et ceux-ci sont peut-être moins dociles que les marteaux-pilons, c'est-à-dire que l'on peut moins facilement, en changeant la course, juger de l'intensité des coups; enfin, l'action motrice n'est transmise à la résistance utile, surtout dans le premier type, qu'en surmontant des résistances passives supplémentaires.

Il est donc à penser que l'emploi des marteaux doubles horizontaux doit rester circonscrit au cas des appareils puissants des grosses forges, pour le forgeage des canons, gros arbres, etc.

MM. Sellers et Cie, de Philadelphie, ont exposé un petit marteau vertical, automoteur, qui peut être à volonté à simple ou à double action; une portion d'hélice, sur la tige du piston, sert à imprimer le mouvement au tiroir. C'est un appareil construit avec le plus grand soin. Comme dans beaucoup de petits marteaux, l'enclume est adhérente au bâti; cette disposition a pourtant l'inconvénient de transmettre directement au bâti les vibrations que subit la chabotte.

L'exposition des États-Unis montre encore un petit marteau de forge, très-original, de MM. Shaw et Justice, et construit par M. Justice, à Philadelphie. Le marteau est suspendu à un bouton de manivelle monté sur un axe, commandé par une poulie et une courroie; la suspension a lieu par l'intermédiaire

d'un ressort en acier, en U renversé, pris dans une chape à son sommet et relié à ses extrémités par de fortes bandes horizontales en caoutchouc, portant par une seconde chape la masse frappante. Le mouvement rapide de rotation imprimé à la manivelle fait que les corps élastiques, interposés entre celle-ci et le bloc, lèvent celui-ci très-sensiblement au delà de la hauteur qui correspond à la grandeur de la manivelle, et l'effet de percussion du bloc mobile résulte ainsi, dans son ensemble, de la chute du bloc et du travail élastique des ressorts. C'est, en un mot, un marteau avec rabat énergique de forme nouvelle, mais nous ne nous rendons pas compte de l'économie de force que, d'après les inventeurs, ce système occasionnerait.

L'un des appareils les plus intéressants de la classe 54 est le frappeur à vapeur de M. Davies, ingénieur-mécanicien, à Crumlin, près Newport.

Cet appareil comporte un cylindre horizontal, entouré d'un collier que porte un gros piston creux inférieur, susceptible d'être soulevé dans son support, sous l'effet d'une pression d'eau. Le cylindre peut être tourné, avec le piston vertical adhérent au collier, dans tous les azimuths, et, en outre, il peut tourner, dans son collier, autour de son axe de figure; ces deux mouvements s'obtiennent à la main par un aide forgeron. Dans le cylindre en question est installé un cylindre à vapeur, de petites dimensions, dont l'axe est perpendiculaire à celui du premier cylindre et auquel la vapeur arrive par le piston creux; le piston du cylindre à vapeur agit sur le petit bras d'un marteau frappeur dont l'axe d'oscillation, susceptible d'être réglé de position par rapport à l'axe du premier cylindre, prend appui sur la paroi de celui-ci; la masse portée

à l'extrémité du grand bras peut atteindre, en tombant, une enclume placée à la distance convenable; enfin, l'action du piston à vapeur sur la distribution de vapeur est automotrice, mais un règlement à la main permet de faire varier à volonté la hauteur des levées du marteau.

Le forgeron, placé près de l'enclume, règle, au moyen d'une pédale agissant sur une soupape, l'admission de vapeur et, par là aussi, le nombre des coups; celui-ci peut atteindre le chiffre de 300 par minute. Sur le signe du forgeron, l'aide règle la hauteur de tout l'appareil, modifie l'intensité des coups et fait tourner le cylindre principal autour de son axe, afin de faire agir le frappeur, non-seulement dans un plan vertical, mais aussi dans des plans inclinés sur l'horizon, pour le forgeage des pièces de toute forme.

De plus, pour pouvoir varier davantage encore les formes à produire à la forge, et en même temps pour faire servir le même frappeur à plusieurs forgerons, l'appareil est entouré de plusieurs enclumes de formes différentes, que le marteau atteint également, en faisant tourner le cylindre autour de l'axe vertical de son support.

Comme on le voit, l'ingénieux appareil de M. Davies est susceptible, pour ainsi dire, sans accessoires (chasses, étampes, etc.), et sans perte de temps, de produire des effets extrêmement variés; malgré la multitude des mouvements qu'il comporte, il est, d'ailleurs, constitué d'une manière réellement pratique.

Certes l'emploi de petits pilons, combiné avec celui de chasses et d'étampes, ainsi qu'avec les changements de pose que l'on peut faire subir à la masse sur l'enclume, permet aussi de réaliser des effets de forge très-variés; mais le pilon n'a point pu se substituer indistinctement à l'ouvrier frappeur, dans tous les travaux à l'enclume : en effet, dès que la nature

des objets à forger exige des coups inclinés par rapport au plan de l'enclume, l'emploi du pilon devient désavantageux, à raison des accessoires variés qu'il exige et des dépenses considérables auxquelles ceux-ci entraînent.

Quoi qu'il en soit, la substitution d'un travail mécanique au pénible travail des ouvriers frappeurs, dans les ouvrages de forge, est éminemment désirable, et nous formons des vœux pour que l'industrie belge adopte un appareil que l'augmentation constante de la main-d'œuvre a déjà conduit à accepter dans plusieurs grands établissements anglais.

Les diverses machines servant au travail du fer *à froid* sont représentées, dans la classe 54, par de grandes et de fort belles collections, dont voici les principales. Dans la section anglaise, nous devons citer d'abord les machines de MM. Withworth et Cie, à Manchester, si parfaitement étudiées et exécutées; ce sont, d'ailleurs, les machines-outils de Withworth qui ont servi de modèles à un grand nombre de constructeurs. Dans la même section, se trouve la belle collection de MM. Sharp, Stewart et Cie, à Manchester, dont les machines se recommandent autant par une exécution des plus soignées que par l'intelligence avec laquelle beaucoup de détails sont traités; enfin, nous citerons les machines de MM. Shepperd, Hill et Cie, à Humblet, près Leeds. Dans la section française, nous citerons les collections de machines-outils envoyées par l'usine de Graffenstaden, à Illkirch-Graffenstaden (Bas-Rhin); par la Compagnie anonyme des chantiers et ateliers de l'Océan, à Paris; par MM. Ducommun et Cie, à Mulhouse; par M. Kreutzberger, ingénieur des manufactures impériales d'armes, à Paris, et par MM. Varral, Elwell et Poulot, à Paris; la Société en participation Cail et Cie, et la Compagnie de

Fives-Lille n'avaient envoyé qu'une partie des machines indiquées au catalogue; les usines du Creusot ont exhibé, comme spécimen de leur fabrication, une grande machine à percer radiale, qui donne une idée de la perfection du gros outillage, pour la forgerie et la chaudronnerie, fabriqué par ces usines. Dans la section américaine sont exposés la remarquable collection de machines-outils de MM. Sellers et Cie, à Providence, les machines à outils rotatifs de MM. Browne et Sharpe, à Philadelphie, ainsi que de forts beaux outils de MM. Bement et Dougerthy, à Philadelphie; toutes ces machines américaines se recommandent tout particulièrement par la forme nette de leurs contours, due surtout aux qualités exceptionnelles de la fonte employée. L'ensemble des machines-outils exposées par M. J. Zimmermann, à Chemnitz (Saxe), se distingue par une grande variété et une exécution irréprochable. Nous devons citer encore les machines-outils de grand modèle envoyées par M. Hartmann, à Chemnitz, et MM. Rieter et Cie, à Winterthur (Suisse).

La Belgique compte deux exposants ayant envoyé des collections importantes : MM. Fetu et Deliége, à Liége, et MM. Cail, Halot et Cie, à Molenbeek-Saint-Jean. Nous commencerons notre examen par les machines de ces exposants.

Les machines-outils de MM. Cail, Halot et Cie comprenaient deux tours : l'un spécialement disposé pour le filetage, l'autre servant à charioter et à fileter; deux machines à percer, dont une radiale, avec colonne sur l'angle de la table, laissant donc celle-ci entièrement libre pour recevoir des pièces de toute forme, et pouvant, par la solidité de sa construction,

tenir lieu de machine à aléser verticalement; une machine à mortaiser; un étau limeur ou petite machine à raboter transversalement; une machine à tarauder, pouvant travailler des pièces de 30^{mm} de diamètre; enfin une belle machine à chanfreiner les tôles.

Dans cette dernière machine, construite spécialement pour les ateliers de chaudronnerie, la feuille de tôle, maintenue par des vis de pression, est soumise au rabotage d'un outil placé, avec la grande vis horizontale qui le commande, au-dessus de la tôle à travailler, de telle manière que le mécanisme se trouve complétement à l'abri des copeaux de fer; le retour de l'outil est, comme il convient, à mouvement accéléré. La machine peut raboter des tôles de 3 mètres de côté; elle enlève des copeaux de 3^{mm} d'épaisseur; rien n'empêche aussi de chanfreiner les tôles obliquement, comme cela convient pour l'assemblage des tôles de chaudières.

Cette machine, comme toutes celles exposées par MM. Cail, Halot et Cie, est de construction solide. L'achèvement laisse peut-être un peu à désirer. Nous ajouterons que les exposants ont eu le tort, selon nous, de faire appliquer un vernis sur toutes les surfaces polies des machines; le jury n'a pu ainsi, en faisant mouvoir à la main les organes mobiles, s'assurer de la douceur de leurs mouvements.

Les machines exposées par MM. Fetu et Deliége sont remarquables d'exécution. Voici leur énumération et leurs dispositions essentielles. La machine la plus considérable est un gros tour en l'air; sa plate-forme a 3^{m},50 de diamètre et son banc d'outil a 4 mètres de course; l'assiette de l'arbre qui porte la plate-forme est peut-être un peu faible, ou du moins elle nous a paru telle; le poids de la machine est de

17,000 kilog.; son prix, à Liége, est de fr. 9,600. La machine à raboter est à outil fixe et à table horizontale mobile; le modèle exposé peut raboter des surfaces de 3 mètres de longueur, de 1 mètre de largeur et de $0^m,90$ de hauteur; son poids est de 4,200 kilog., son prix de 3,700 fr. La limeuse comporte deux tables et un étau; l'outil est susceptible de recevoir, outre son mouvement de va et vient avec retour accéléré, soit une translation transversale, soit un mouvement vertical, soit encore un mouvement circulaire; la machine permet ainsi de raboter des surfaces horizontales, verticales, inclinées ou rondes et mérite donc bien, comme les machines de l'espèce, le nom de machine à raboter universelle; la machine exposée, dont la course de l'outil est de $0^m,27$ et dont le bâti est assez long pour raboter des surfaces de 1 mètre de largeur, pèse 1,550 kilog. et coûte 1,850 fr. Enfin, la machine à tailler les engrenages opère par le moyen de fraises circulaires dans des roues coulées pleines; comme les machines de l'espèce, elle permet de tailler les dents droites, coniques ou inclinées, et elle convient pour des dents en fer, fonte, cuivre ou bois; la machine exposée peut tailler des roues d'engrenage de $2^m,50$ de diamètre; elle pèse 2,300 kilog. et coûte 2,700 fr.

L'album d'outils de MM. Fetu et Deliége contient un grand nombre d'autres types de machines-outils, et le prix courant qui y est joint montre, comme les prix cités ci-dessus, que ces constructeurs fournissent à un prix extrêmement avantageux. Nos industriels et nos constructeurs trouveraient difficilement à l'étranger des prix aussi favorables, pour des machines réunissant les mêmes conditions de bonne exécution.

Diverses autres machines intéressantes, pour le travail du fer à froid, ont été envoyées par des exposants belges.

MM. Rens et Colson, à Gand, ont exposé une machine pour raboter les dents en fonte des roues coniques.

La roue, dont le diamètre peut atteindre 2 mètres, est placée sur un arbre le long duquel elle peut occuper diverses positions, et cet arbre est assis dans un support, mobile par rotation autour d'un axe vertical et par glissement sur un banc horizontal, afin de présenter horizontalement à l'outil, et suivant la direction que celui-ci parcourt sous le seul effet de son déplacement rectiligne, les génératrices de la surface primitive de l'engrenage ; une roue, montée sur le même arbre que la roue à raboter et commandée par une vis et une combinaison de roues et de pignons, permet, après l'achèvement d'une dent, de déplacer la roue, par rotation, d'une quantité déterminée, dépendant du nombre des dents.

La partie travaillante de la machine est indépendante du support de la roue et est semblable à une limeuse ordinaire. Le porte-outil, outre un mouvement horizontal de va et vient avec retour rapide, peut recevoir un petit déplacement circulaire, dont on règle le rayon d'après la forme de la dent à réaliser, et des déplacements dans le sens vertical et dans un sens horizontal, normalement au va et vient. On conçoit aisément comment la combinaison de ces mouvements, réglés automatiquement par le mouvement principal de l'outil, permet de tailler successivement les diverses parties des profils d'une dent et d'un creux, une petite surface cylindrique, à base d'arc de cercle, remplaçant par approximation la surface exacte de la partie saillante de la dent.

Comme on le voit, cette machine opère d'une manière extrêmement simple, et la solution qu'elle fournit est suffisamment exacte pour la plupart des cas pratiques. En présence surtout du prix élevé des machines qui rabotent exactement les roues coniques, nous pensons que la machine exposée par

MM. Rens et Colson peut rendre des services réels dans les ateliers de construction, où l'on se borne souvent encore à un simple travail à la main, pour façonner les dentures coniques. Mise en fonction depuis trois ans, par M. Scribe, prédécesseur de MM. Rens et Colson, la machine exposée a fourni déjà un travail utile important. Son prix est de 5,500 fr.

MM. Delnest, de Mons, ont exposé un outil spécial pour tourner en surface bombée les jantes des poulies de transmission. Il s'agit d'un chariot courbe, susceptible d'être appliqué à un tour quelconque, et dont l'outil, entraîné par le mouvement de translation qu'une courroie horizontale transmet à sa table de support, décrit des arcs horizontaux dont le rayon peut être réglé entre $0^m,30$ et $0^m,40$, selon la largeur des jantes des poulies. L'outil opère en une seule passe et aussi simplement que s'il s'agissait d'un mouvement transversal en ligne droite. Son emploi dispense du travail d'un ouvrier expérimenté, lequel ne parvient à obtenir des bombements réguliers que par la présentation fréquente d'un gabarit et des tâtonnements continuels.

Les mêmes exposants ont encore présenté une drille fort simple, à mouvement de rotation continue; elle opère plus vite que les drilles ordinaires à mouvement alternatif et n'use point les forets par le mouvement inverse de ceux-ci; la manœuvre de la drille proposée évite aussi la tendance des drilles ordinaires à produire l'ovalisation des trous; le sens de la rotation peut, d'ailleurs, être de droite à gauche ou inversement, selon la taille du foret.

Enfin, MM. Delnest ont exposé, dans la classe 54, le modèle d'un tour elliptique, destiné principalement à dresser les joints des autoclaves elliptiques pour chaudières à vapeur, etc.

Ces exposants, comme on a pu le reconnaître déjà, par ce que nous avons dit des machines présentées par eux dans la classe 53, sont des mécaniciens ingénieux, sachant bien appliquer leurs connaissances théoriques.

Nous citerons encore ici les appareils pour la fabrication des armes, exposés par M. Jaspar, à Liége. Ils comprennent : 1° une machine permettant de forer à la fois trois canons de fusil, les mèches avançant tandis que les canons tournent; 2° un banc à tourner l'extérieur des canons, avec disposition automatique pour réaliser la forme conique du canon; 3° une machine à fraiser.

Ces divers appareils sont bien disposés pour leur objet; ils n'étaient qu'imparfaitement achevés lorsque le jury a dû les examiner.

Dans les expositions étrangères, nous ne saurions nous occuper de toutes les machines destinées au travail des métaux à froid. Une semblable revue non-seulement serait bien longue, mais serait sans utilité véritable, la plupart des machines exposées étant connues depuis longtemps; nous nous bornerons donc, dans les diverses catégories de machines, à indiquer les dispositions que nous croyons nouvelles ou assez peu répandues, pour qu'il y ait lieu de les recommander à l'attention de nos constructeurs.

Tours. — Dans les tours à charioter par crémaillère, il y a lieu de proscrire les crémaillères dont la denture, tournée vers le haut, comme dans quelques tours qui figurent à l'Exposition, peut retenir les copeaux que l'outil enlève; mieux vaut adopter des crémaillères renversées ou verticales, comme

le font la plupart des constructeurs. — Il convient aussi que la position des vis dans les bancs les mette à l'abri des copeaux.

Ordinairement des engrenages de rechange permettent de faire varier, dans des limites plus ou moins grandes, la vitesse de translation des outils des tours. MM. Sellers et Cie ont adopté à cet égard une disposition excessivement simple : les deux axes dont on veut pouvoir varier le rapport des vitesses, portent de simples disques munis d'un bord légèrement saillant et de 4 à 5 millimètres de largeur, dans le sens du rayon ; ces disques sont pris entre deux plateaux de friction, dont les faces en regard sont légèrement bombées pour saisir les bords des disques ; un ressort, appliqué sur l'axe commun des plateaux et appuyé contre l'un de ceux-ci, presse les plateaux et les disques de façon à assurer entre eux un contact, sans glissement. Une poignée, retenue à frottement dur, permet de déplacer l'axe des plateaux, de façon à modifier à volonté le rapport des rayons des circonférences de contact sur les plateaux et sur les disques, et c'est ainsi que les vitesses transmises entre les axes de rotation qui portent les disques varient dans une mesure très-grande. Le système ne demande, d'ailleurs, aucun arrêt dans la machine, pour obtenir une modification de vitesse dans la translation de l'outil. Ajoutons que les disques sont en fonte et que les plateaux intermédiaires sont en bronze. Le même système de transmission est aussi employé par MM. Sellers et Cie, pour l'avancement des outils, dans leurs machines à fraises pour tailler les engrenages, dans leurs machines à percer, etc.

Lorsqu'une passe est faite au tour, et que le chariot porte-outil est arrivé à fin de course, il est extrêmement utile de pouvoir imprimer à l'outil un mouvement de recul constant ; puis, après que le porte-outil a exécuté son mouvement

inverse, de rendre à l'outil sa position première avant de lui donner le petit avancement qu'exige une nouvelle passe à faire. Divers tours de l'exposition présentent cette disposition; elle permet de régler avec précision l'avancement de l'outil, attendu que cet avancement devient indépendant du recul à imprimer à l'outil, pour lui permettre de reprendre sur le banc sa position de départ, sans glisser contre la pièce placée sur le tour.

L'usage d'embrayages de friction pour l'entraînement du chariot porte-outil est aussi adopté par divers bons constructeurs : si le chariot rencontre un obstacle ou arrive à fin de course, l'embrayage glisse et il n'y a pas d'accident à craindre.

L'emploi de plateaux entraîneurs, mobiles dans un plan vertical pour pouvoir agir symétriquement sur la pièce placée sur le tour, est assez souvent adopté, même pour de grands tours. Les déformations par torsion, résultant d'une action plus symétrique, sont ainsi plus égales, et le broutage des outils est moins à craindre.

Beaucoup de tours présentent des cales en bronze aux poupées, dans le but de pouvoir facilement porter remède au jeu que donnent les glissières, après un certain temps d'usage; c'est une disposition à imiter.

Dans un joli tour de précision de MM. Harris et Cie, à Springfield (États-Unis), nous avons remarqué que l'outil peut glisser transversalement sur un plan incliné de façon à amener la pointe de l'outil à la hauteur qui convient à la nature de la matière à tourner.

Le tour à décolleter de M. Guettier, à Paris, doit être cité pour les effets divers qu'il permet de produire; il sert comme machine à décolleter, moletter, couper, percer et tarauder; c'est un véritable outil de l'industrie parisienne. Le même

exposant a présenté une machine à aléser les boîtes des roues et les robinets, où l'outil, tournant coniquement, opère d'une manière extrêmement rapide. Ces machines, aussi bien que les règles, compas, trusquins, calibres, etc., exposés par M. Guettier, sont extrêmement soignés.

Comme gros tours bien construits, nous citerons les grands tours à roues de locomotives, de MM. Sharp, Stewart et Cie et de M. Hartmann, puis le tour à canons de MM. Ducommun et Cie, remarquable par la solidité de sa construction et le bon groupement des organes sur lesquels l'ouvrier doit agir.

Comme tour de précision, il y a lieu de citer spécialement celui de M. Colmant, à Paris; il est impossible de produire un instrument plus précis et mieux achevé. Les tours à guillocher, et les spécimens de produits obtenus au tour, de M. Germain, à Paris, et de M. Leroy, à Nantes, méritent aussi d'être mentionnés. Enfin nous citerons encore ici la machine, d'une perfection extrême, de M. Deshayes, à Paris, pour le pointage des plateaux diviseurs des tours de précision.

Machines à percer et à aléser. — Les machines à percer servent souvent comme machines à aléser verticalement, et on les confond ainsi sous la même dénomination. Elles sont fixes ou radiales.

Aucun type nouveau n'a été produit. Dans une machine radiale, exposée dans la collection de la Compagnie anonyme des chantiers de l'Océan, nous avons remarqué que le bras horizontal, après son déplacement général autour de la colonne, peut être réglé de position, d'une manière tout à fait précise, au moyen d'un rappel à vis; c'est une disposition des plus utiles.

MM. Bement et Dougerthy ont exposé une machine à aléser horizontalement ; elle peut travailler à la fois sur trois cylindres horizontaux ; elle peut aussi servir comme machine à forer.

Dans une machine à percer et à découper les longerons des locomotives, exposée par l'usine de Graffenstaden, nous signalerons l'emploi d'une crémaillère, pour le déplacement longitudinal des chariots porte-outils ; lorsqu'il s'agit, comme dans l'espèce, de machines destinées à un travail sujet à être suspendu pendant un temps plus ou moins long, l'emploi des vis a l'inconvénient grave de donner lieu à des frottements considérables, à chaque reprise du travail.

Machines à mortaiser.—Les machines de ce genre sont, en général, à retour rapide de l'outil, et la table est à mouvements mécaniques dans les trois sens : longitudinal, transversal et circulaire.

Pour plusieurs machines, l'outil recule avant de remonter, afin de ne point glisser contre la pièce à travailler. Les machines de l'usine de Graffenstaden sont ainsi disposées.

Machines à raboter. — Les machines à raboter, présentées à l'Exposition, comprennent les types suivants.

La plupart sont des machines à raboter horizontalement, à table mobile avec retour accéléré, et munies tantôt d'un seul, tantôt de deux ou de trois outils, coulissant mécaniquement ; dans le cas de plusieurs outils, l'un d'eux est appliqué sur un montant vertical du porte-outil, pour raboter de côté ou pour le planage de grandes surfaces verticales.

Ou bien ce sont des machines à raboter verticalement,

comme les deux types exposés par la Compagnie anonyme des chantiers et ateliers de l'Océan, l'un avec moteur adhérent, l'autre à commande de courroie. Dans l'une et l'autre machines, le porte-outil est équilibré, et la table, qui reçoit la pièce à travailler, est susceptible de trois mouvements, dont un seul, le mouvement longitudinal, est automatique. Le mouvement circulaire que la table peut recevoir permet, d'ailleurs, d'employer ces machines à aléser et à raboter circulairement dans le sens vertical. Elles peuvent, de plus, servir comme machines à mortaiser. Les services de ces belles machines sont donc multiples.

Ou bien, enfin, comme dans la grande machine à raboter de l'exposition de MM. Sellers et Cie, la table horizontale est fixe, et le rabotage est produit par le déplacement des outils; ceux-ci sont au nombre de trois, dont deux de côté, sur les montants du porte-outil. Les dispositions de cette machine conviennent pour le rabotage de pièces très-pesantes; les tables fixes permettent aussi, pendant que les outils travaillent sur une pièce à l'une des extrémités de la table, de monter une autre pièce vers l'autre extrémité.

Limeuses. — Les limeuses rendent, dans les ateliers de construction, de grands services, à raison de la variété des effets dont elles sont susceptibles.

Leurs dimensions tendent notablement à s'accroître, et plusieurs de ces machines sont à deux outils que surveille un même ouvrier. La plus grande machine de l'espèce à l'Exposition est celle de M. Hartmann; elle a $6^m,30$ de long; ses deux outils ont une course de $0^m,78$; elle a deux tables-consoles, avec rainures sur la face horizontale et sur une face verticale; le poids de cette belle machine est de 19,500 kilog.

MM. Rieter et Cie ont exposé également une grande limeuse à deux tables et à mandrin universel en double cône; l'une des tables porte des rainures sur sa face horizontale et sur ses trois faces verticales, pour le fixage de pièces de toute forme.

En général, dans les limeuses, l'outil travaille en reculant. Cette disposition doit être préférée à la manière inverse, parce qu'elle montre immédiatement à l'ouvrier le travail que l'outil produit.

Machines à tarauder. — Il y a lieu de citer les machines de MM. Sellers et Cie, exposées en 1862 par MM. Sharp, Stewart et Cie et reproduites aujourd'hui par plusieurs constructeurs.

Un exposant français, M. Poulot, à Paris, a présenté des filières, tarauds, alésoirs, etc., très-bien étudiés et exécutés. La machine à tarauder du même est remarquable par sa simplicité et par sa bonne exécution.

Machines à cisailler et à poinçonner. — Outre les machines de l'espèce comprises dans les collections de divers exposants et déjà connues, nous signalerons quelques appareils construits par des fabricants spéciaux.

M. Rouhey, à Paris, a exposé une belle collection de cisailles : une grande machine à quatre effets, qui permet de cisailler les tôles, de couper les fers droits, de couper les fers d'équerre et enfin de poinçonner; des cisailles circulaires pour couper les tuyaux; une grande cisaille à affranchir les tôles sortant du laminoir ; une grande poinçonneuse à tête équilibrée, où un petit mécanisme permet de régler exactement la descente du poinçon sur des tôles de toute épaisseur, afin

d'obtenir un poinçonnage précis. Toutes ces machines se distinguent par leurs formes solides et par les soins apportés à leur exécution.

Les cisailles circulaires de M. Cussaud, à Paris, se distinguent par le bon tracé de la paroi du bâti; son épaisseur étant reportée à droite et à gauche du plan de cisaillement, le bâti permet aux deux parties de la feuille, séparées par la cisaille, de fléchir simplement dans le plan en question.

Les petites cisailles circulaires exposées par M. Deny, à Paris, et quelques autres appareils à cisailler, estamper et découper, sont parfaitement appropriées au travail des tôles minces. Le même exposant a présenté une machine à fabriquer des chaînes sans soudure, inventée par M. Bouquié, ingénieur belge.

Les petites machines à poinçonner et à cisailler de M. Lecacheux, à Paris, se recommandent par leur bon agencement et leur prix peu élevé.

Nous mentionnerons encore ici un mécanisme ingénieux, inventé par M. Cheret, à Paris, et destiné à faire mouvoir mécaniquement les balanciers propres à découper, estamper, emboutir, etc. M. Cheret remplace les boules qui terminent habituellement les extrémités de la verge du balancier, par un volant circulaire en fonte dont il garnit le contour d'un cuir épais; un axe, placé à angle droit avec la vis, et qui reçoit un mouvement de rotation par une courroie, porte deux plateaux pouvant glisser dans le sens de la longueur, de manière à pouvoir venir en contact avec le volant et, par suite, l'entraîner dans un sens ou en sens contraire, suivant que ce sera le plateau de droite ou le plateau de gauche qui viendra en contact avec le volant. Le mouvement pour frapper est donné au moyen d'un levier mû par une pédale pressée par le pied de l'ouvrier, ce qui lui permet de faire varier à volonté la pres-

sion au contact du volant et de l'un des plateaux, et à se rapprocher ainsi de la limite de puissance que la solidité du balancier permet d'atteindre, sans danger de rupture. Un contre-poids fait cesser le contact dès qu'on n'agit plus sur la pédale, et applique l'autre plateau contre le volant ; celui-ci est ainsi relevé et maintenu en l'air. On peut, d'ailleurs, sans rien changer au mécanisme, faire varier les courses à volonté. L'appareil de M. Cheret est peu coûteux d'établissement, bien que l'économie de main-d'œuvre qu'il procure soit considérable ; son emploi est déjà bien répandu dans l'industrie parisienne.

Machines à tailler les engrenages. — Outre les machines à fraises, nous devons mentionner ici la belle machine exposée par M. Zimmermann. Elle comporte un support avec appareil diviseur, pour recevoir la roue verticalement et un banc horizontal susceptible de recevoir diverses inclinaisons, selon la conicité de la roue dont il s'agit de tailler les dents. Le profil à donner à celles-ci est reproduit par un calibre de figure semblable, qui dirige le banc dans son déplacement autour d'une rotule placée sur l'axe de la roue à tailler et au sommet de son cône primitif, de façon que la pointe de l'outil décrive précisément le profil à réaliser, tout en taillant la dent par le mouvement de va et vient qu'il reçoit ; pour soulager le calibre, le poids du banc est partiellement équilibré par un contre-poids. S'il s'agit de tailler les dents des roues droites, le banc se démonte en partie et est tourné parallèlement à l'axe de la roue ; l'outil, dirigé en ce cas par un calibre dont le profil est le même que celui de la dent, se déplace alors parallèlement à lui-même.

Nous devons ajouter ici que des machines de l'espèce ont

été exécutées, dès 1859, par MM. Shepherd, Hill et Cie, à Leeds.

Machines à outils rotatifs. — Les machines à outils rotatifs ou à fraises, appliquées au travail des métaux, étaient représentées surtout dans l'exposition de MM. Browne et Sharpe, lesquels sont considérés, pensons-nous, comme les créateurs de ces machines ; en outre, de semblables machines sont exposées par MM. Sharpe et Stewart et par M. Kreutzberger, qui a apporté aux machines américaines diverses améliorations et les a appropriées à la formation d'outils spéciaux pour la fabrication des armes.

La simplicité et la rapidité avec lesquelles ces machines opèrent pour produire les effets les plus variés, sont remarquables. En combinant la rotation et le déplacement uniforme de l'outil avec un déplacement plan ou circulaire de la pièce à façonner, on exécute, soit des surfaces planes, soit des surfaces cylindriques. Par des outils à profil déterminé, on peut creuser une pièce de métal suivant le même profil, au moyen de passes successives. En combinant sept outils successifs, des fraises et autres, MM. Browne et Sharpe et M. Kreutzberger ont réalisé des machines à faire les petites vis qui fonctionnent avec une précision et une rapidité merveilleuses.

Jusqu'ici cependant les machines à fraises ne se sont surtout répandues dans les ateliers que comme machines à tailler les dents d'engrenage. Si elles ne se sont pas généralisées pour d'autres applications, il faut l'attribuer au prix élevé des fraises, à la difficulté de les tailler, à l'insuccès fréquent de la trempe des fraises en acier fondu, à la difficulté de leur affûtage et à l'impossibilité, dans cette opération, de conserver à une fraise donnée son premier profil. Ajoutons que de

bons constructeurs considèrent le travail fait à la fraise comme moins précis que celui que permettent d'obtenir les outils à burin.

Les machines à tailler les fraises doivent naturellement être mentionnées ici. Celle de MM. Browne et Sharpe et celle exposée par l'Institut technique de Saint-Pétersbourg méritent d'être citées.

Aux machines à fraises se rattache l'appareil à dresser les meules, de MM. Alder et Golay, à Genève; la taille se fait par un véritable rabotage, à l'aide d'un outil rotatif garni d'un diamant noir; le travail se fait vite et bien, et l'on a pu entretenir un moulin de quatre paires de meules pendant 18 mois, en ne dépensant pas plus de 4 francs pour l'outil.

Meules artificielles, etc. — Nous devons encore mentionner ici les meules artificielles de divers exposants français.

Des meules de l'espèce, en émeri et gomme plaque, avec cerclage intérieur à un ou à plusieurs forts fils de fer, sont exposées par M. Lizeray, à Paris; elles donnent aux ouvriers une bien plus grande sécurité que les meules en grès; leur emploi à Paris, par les ouvriers polisseurs sur métaux, est très-répandu.

Les meules artificielles, en émeri et caoutchouc vulcanisé, exposées par MM. Deplanque et fils, à Paris, sont sans cerclage; elles donnent peut-être moins de poussière que les précédentes.

M. Lefèvre, à Paris, a présenté des meules, d'invention récente, formées d'une pâte d'émeri, de silicate de potasse et d'oxyde de plomb, durcie au feu; cette pâte a l'avantage de prendre l'eau, et ainsi l'outil aiguisé reste frais; elle permet aussi l'aiguisage de fers rouges.

La belle exposition de machines-outils de M. Zimmermann

présente une meule en grès, avec un support pour affûter les burins sous une inclinaison constante. Ceux-ci sont en acier rond, tel qu'il sort du laminoir, sans forgeage ultérieur capable de modifier la qualité de l'acier ; la tige ronde est coupée obliquement, puis trempée, et pour son affûtage le burin est fixé dans une douille qui le présente à la meule sous une inclinaison constante. Le support de la douille peut d'ailleurs recevoir un mouvement transversal d'une étendue qui correspond à la largeur de la meule et, de plus, un mouvement perpendiculaire pour le rapprocher de celle-ci ; un ressort avec arrêt d'appui ne permet point que, par ce dernier mouvement, la pression du burin sur la meule dépasse certaines limites. Ces dispositions nous semblent fort recommandables.

En terminant cet examen rapide des machines-outils pour le travail du fer, nous croyons utile d'appeler l'attention des industriels belges sur les expositions d'outils de divers fabricants français, dont les principaux sont : MM. Dandoy-Maillard, Lucq et Cie et MM. Sculfort-Maillar et Meurice, à Maubeuge ; nous citerons encore MM. Cochard et Cie, à Paris.

Non-seulement ces maisons ont une spécialité pour la fabrication du petit outillage à main des ateliers de construction, tel que équerres, clefs, tarauds, alésoirs, étaux, etc., qu'elles exécutent très-bien et à bon marché, mais elles fournissent, en outre, à l'industrie secondaire des machines-outils, telles que machines à percer, limeuses, machines à poinçonner et à cisailler, tours de petites dimensions, etc. La fabrication de ces maisons est considérable et leurs prix de vente sont, par suite d'une excellente subdivision du travail dans leurs vastes ateliers, notablement inférieurs aux prix demandés par

les ateliers de constructions mécaniques, pour des machines-outils de mêmes dimensions.

Sans doute les machines-outils fournies par ces maisons, et que l'on désigne dans le commerce sous le nom de *machines de quincaillerie*, ne sont pas aussi bien constituées dans toutes leurs parties que les machines fournies par les ateliers de construction proprement dits ; mais le bon marché de ces outils est de nature à recommander leur emploi dans les petits ateliers de constructions mécaniques, de serrurerie, de poêlerie, etc., là où il s'agit moins d'obtenir une précision absolue que de produire un travail économisant la main-d'œuvre, proprement exécuté d'ailleurs.

II. — Machines-outils a travailler le bois.

Les machines-outils servant au travail du bois n'avaient point à l'Exposition de Paris un grand nombre de représentants. La Belgique n'a point envoyé de machines de l'espèce.

Citons brièvement les appareils les plus intéressants des expositions étrangères.

Dans la section française, nous rencontrons d'abord MM. Sautreuil et Cie, de Fécamp. Ces grands industriels ont monté à l'Exposition une puissante scierie verticale, à lames parallèles, pour scier les bois en grume, de forme courbe dans le sens vertical ; elle offre cette particularité que l'arbre est déplacé sur ses guides de manière à prendre, dans le plan vertical des scies, un mouvement oscillatoire qui oblige l'arbre à se présenter à la même hauteur sous l'action de la scie ; les lames de celle-ci ne doivent donc pas avoir une longueur plus grande que pour le sciage d'une pièce droite.

Les mêmes exposants ont envoyé le dessin d'une scie pour débiter des madriers courbes, outre des machines à raboter,

à rainer, à faire les moulures, ainsi qu'une machine à donner la voie aux scies droites et circulaires.

M. Périn, à Paris, dont l'album contient les dessins de toute espèce de machines à travailler le bois, a exposé une grande scie à lames sans fin pour bois en grume, une scie à lames sans fin pour dédoubler, et des machines à faire les tenons et les mortaises. Toutes ces machines sont très-bien exécutées ; M. Périn a surtout la spécialité des scies à lames sans fin, dont il est considéré comme l'inventeur; les soudures des lames qu'il fournit sont absolument parfaites.

MM. Samuel Worssam et Cie, à Londres, avaient, parmi toutes leurs belles machines à travailler le bois, choisi pour l'Exposition : un établi universel très-complet, une machine à dégauchir une seule face à la fois, une machine à faire les moulures sur les surfaces courbes, donnant des produits qui surprennent autant par leurs contours variés que par leur exécution parfaite.

M. Zimmermann, à Chemnitz, avait exposé, comme machines à travailler le bois, une grande machine à raboter sur deux faces, une machine pour faire les assemblages à queue d'aronde, une machine à faire les moulures et une petite scie à découper. — Les entailles à queue d'aronde sont obtenues par un petit outil à rotation très-rapide, ayant la section de l'entaille à faire et recevant un déplacement parallèle à lui-même; les tenons à double face inclinée, à baisser sur la planche qui doit joindre à angle droit celle où les entailles précédentes ont été faites, s'obtiennent en présentant cette planche successivement sous des inclinaisons inverses et symétriques à un outil rotatif à côtés parallèles. — La petite scie à mouvement alternatif pour découper offrait cette particularité que deux pédales, en relation avec la tige inférieure sur laquelle la scie est montée, permettent, à l'aide des pieds, de faire

tourner à volonté la scie, suivant telle direction que l'on veut, les mains de l'ouvrier restant entièrement libres pour diriger vers la scie l'objet placé sur la table horizontale que la scie traverse. Ajoutons qu'à chaque mouvement de va et vient, une petite boule en caoutchouc, logée sous la table, était comprimée et soufflait la sciure pour maintenir la table constamment nette.

MM. Geschwind et Zimmerman, à Carlsruhe; Schmaltz frères, à Offenbach; Powis James et Cie, à Londres; Guilliet, à Auxerre; Powis Charles et Cie, à Londres, et Robinson et fils, à Rochdale, avaient exposé de jolies collections de machines à travailler le bois; nous citerons particulièrement leurs établis universels, très-répandus en Angleterre et en Allemagne et qui, par les différents outils (scie, foret, etc.), réunis sur un même établi, facilitent singulièrement, dans tout atelier où l'on dispose d'un arbre de couche, l'exécution d'un grand nombre de pièces de menuiserie. Dans la collection de MM. Schmaltz frères, nous citerons aussi une machine à affûter les fers de rabot, au moyen d'un plateau horizontal, en alliage d'antimoine, de plomb et d'émeri.

Nous mentionnerons encore ici la grande scierie verticale à lames parallèles de M. Normand, du Havre; les machines de M. Freret, à Fécamp, comprenant notamment une machine pour la menuiserie, pouvant exécuter cinq mortaises à la fois, et une machine à languettes et rainures pour parois de waggons, façonnant par minute dix mètres de lattes; une machine à faire les queues d'aronde, de M. Ganz, à Bude, opérant sur tout un paquet de planches, au moyen de deux outils rotatifs placés dans des plans verticaux convergents, et façonnant assez de planches pour pouvoir confectionner par heure 8 caisses de 1^{m},20 de côté; une scierie à lames parallèles, de M. Baudat, à Paris, où il est fait usage de deux groupes de

cylindres cannelés pour mieux assurer l'entraînement des pièces; une scie à ruban, de M. Dupriez, à Paris, où, contrairement à ce qui se fait ordinairement pour couper obliquement, le tablier est fixe, tandis que la scie, placée sur des rouleaux mobiles, peut recevoir une inclinaison qui peut atteindre 30 degrés avec la verticale; une scierie locomobile à lame sans fin, de MM. Varrall, Elwell et Poulot, à Paris; enfin une machine à mortaiser, de M. Hamelle, à Saint-Quentin, opérant par des mèches tournantes héliçoïdes, dont la forme spéciale facilite le dégagement du bois détaché par la mèche.

III. — Machines diverses, formant machines de fabrication.

Machines à broyer. — Dans la section belge, MM. Delnest, de Mons, ont exposé un broyeur dont les dispositions sont fort remarquables. Les rouleaux en fonte ont chacun la forme d'un hyperboloïde de révolution et sont mis en contact suivant une génératrice horizontale, en sorte que leurs axes sont inclinés. Par cette disposition, et à raison du glissement qui accompagne le roulement angulaire des parallèles de ces surfaces, les substances à diviser sont déchirées sans le secours de cannelures sujettes à s'user et demandant un renouvellement fréquent; les deux rouleaux marchent d'ailleurs à des vitesses différentes, au moyen de courroies indépendantes, afin d'augmenter la puissance de déchirement de l'appareil. Ce broyeur ou concasseur à rouleaux hyperboloïdes peut servir à la mouture du malt des brasseries, des graines de colza, etc.

M. Marie, à Marchienne-au-Pont, a exposé un broyeur pour les fabriques de produits céramiques, pour moudre la pierre à ciment, etc. Il comporte deux disques en fonte, en forme de

noix, garnis de nervures inclinées et tournant l'un sur l'autre. La construction solide de cet appareil répond parfaitement à son but.

Les broyeurs à plâtre de M. Jannot, à Treil (Seine-et-Oise), et de M. Fleury, à Paris, sont recommandables par leurs dispositions simples et bien appropriées au genre de travail qu'ils doivent effectuer. Ils sont applicables à toute espèce de matières sèches, à réduire et à tamiser.

Citons encore les petites machines à broyer d'un constructeur spécial, M. Hermann, à Paris; les cylindres, en granit, sont tournés au diamant noir.

Machines à fabriquer les clous. — MM. Bass et Cie, à Workington (Angleterre), ont exposé une machine à clous où le fil de fer, enroulé en boudin et chauffé au rouge, sort en clous à arêtes vives sur des faces légèrement creuses.

Dans l'exposition américaine figure une machine présentée par la Wicker Sham Nail Company; elle opère à froid en découpant une feuille de tôle; le découpage est alternativement droit et incliné; ce dernier effet résultant d'un léger déplacement de la feuille de tôle, de façon à obtenir des clous dont le corps s'amincit régulièrement vers la pointe; la matière en moins pour la pointe elle-même forme renflement pour la tête des clous voisins, sans que celle-ci fasse saillie sur la feuille même. Le découpage se fait sans déchet aucun, et les clous juxtaposés après leur fabrication reproduisent exactement la tôle entière.

Machines à fabriquer les charnières. — Une machine des plus curieuses est celle de MM. Evrard et Boyer, à Paris, pour

la fabrication des charnières pour châssis de fenêtres, etc. Elle comporte deux bobines portant chacune un ruban de laiton ou de fer laminé, selon qu'il s'agit de charnières de l'un ou l'autre de ces métaux, et une troisième bobine placée de l'autre côté de la machine et portant le fil de fer qui doit servir à former l'axe commun des deux portions des rubans devant concourir à former la même charnière. Sous l'action de la machine, mise en mouvement par une courroie, les rubans et le fil de fer s'avancent, des portions de ruban sont découpées à longueur, puis poinçonnées carrément en vue de leur enchevêtrement et poinçonnées rond pour les vis qui doivent servir à fixer les charnières; les portions de ruban sont ensuite pliées longitudinalement, enchevêtrées, traversées par le fil de fer qui est coupé à longueur et, enfin, aplatis; les trous destinés aux vis sont, en outre, frasiés et la charnière, complétement formée, sort à la partie inférieure de la machine.

Comme ensemble de combinaisons mécaniques, cette machine est des plus ingénieuses. Le modèle exposé peut fournir à l'heure 3,600 charnières en laiton, de $0^{m},05$ de longueur. Des modèles plus grands travaillent avec une vitesse moindre.

Machines à fabriquer les briques. — Les machines à briques de l'Exposition opèrent au moyen de la pâte humide ou bien, sous compression énergique, au moyen d'argiles prises dans leur état plastique naturel. Les machines de la seconde catégorie, appelées aussi machines pour *briques à sec,* peuvent servir comme machines à comprimer les briquettes en charbon ou autres agglomérés.

En faveur des briques obtenues par la fabrication humide, on peut dire que les manipulations préalables que la terre

subit ont pour effet de mieux souder entre eux les éléments constitutifs de la brique; la fabrication humide se prête aussi mieux à la fabrication si importante des briques creuses, ainsi qu'à l'incorporation dans la pâte de substances combustibles, le charbon ou le liége, comme on le fait en Algérie, en vue d'obtenir, après la cuisson, des briques d'une grande légèreté.

D'un autre côté, la fabrication à sec supprime le malaxage préalable, considéré à tort comme indispensable dans l'autre système; elle permet d'employer des terres dont la qualité serait jugée insuffisante pour la fabrication humide; la grande consistance des briques, au sortir de la machine, rend leur maniement facile et évite une cause de déchets; l'opération et la main-d'œuvre du séchage sont presque entièrement supprimées; dans la cuisson, les déformations par retrait sont évitées; enfin, l'on obtient des produits plus résistants et plus durables.

La Belgique n'a envoyé à l'Exposition de Paris aucune machine de l'espèce. L'habileté des ouvriers briqueteurs belges explique, sans doute, pourquoi ces machines sont d'un emploi exceptionnel en Belgique; il faut avouer aussi qu'en Belgique l'industrie de la bâtisse se contente assez facilement de produits de qualité médiocre. A cet égard, l'introduction de machines peu coûteuses, fonctionnant d'une manière simple et assurée, constituerait, à côté de nos procédés primitifs de fabrication, un progrès réel.

La plus remarquable des machines exposées appartient à la catégorie des machines qui travaillent la terre argileuse à son état naturel; elle est due à M. J. Gregg, à Philadelphie. Un modèle était exposé dans le Palais, et la machine même se

trouvait installée dans un grand hangar de l'avenue de Suffren (1).

La machine, activée par une locomobile à vapeur, comporte deux rouleaux broyeurs, disposés horizontalement, l'un de forme cylindrique, l'autre de forme légèrement conique; l'un tourne à la vitesse de 200 tours par minute, l'autre à celle de 400 tours, de façon à broyer la matière par glissement, dans le voisinage des génératrices situées dans le plan horizontal; les petites pierres jetées avec la terre sur les rouleaux sont ballottées entre ceux-ci, et la conicité de l'un des rouleaux a pour effet de rejeter les pierrailles vers la grande base du cône, près de laquelle elles trouvent une issue latérale. Une chaîne à godets élève la terre dans une trémie supérieure, d'où elle glisse par un plan incliné vers les moules. Ceux-ci, disposés de chaque côté de la table où se tient le chef ouvrier, peuvent mouler huit briques à la fois, et une cloison mobile permet de diriger alternativement la terre vers les huit moules de droite et vers les huit moules de gauche. Après que la terre s'est amassée dans une série de moules, elle y est comprimée, puis cette série reçoit un déplacement de côté, en même temps qu'un fort rouleau compresseur achève la formation de la brique dans son moule. Les moules sortent parfaitement pleins, et le démoulage se fait simultanément pour les huit briques formées à la fois. La même opération se fait ensuite pour la seconde série, les briques moulées sortant alternativement à droite et à gauche de la place que le chef ouvrier occupe au milieu de la machine.

Ces diverses opérations se font avec une grande précision:

(1) Nous consignons ici cette particularité. Près de chaque poteau du hangar se trouvait un seau plein d'eau, avec une inscription portant que ce seau devait servir en cas d'incendie. Nous ne sommes point habitués en Belgique à de semblables mesures de prudence.

les briques ont des arêtes vives et des faces parfaitement pleines; à la cassure, les briques accusent, par leur texture grenue, que les éléments terreux se sont bien enchevêtrés.

D'après le constructeur, la machine qui nous occupe peut mouler 35,000 briques de $0^m,21$ de longueur, $0^m,10$ de largeur et $0^m,06$ d'épaisseur, pendant un travail de dix heures. L'obstacle le plus grand à l'emploi de cette machine est son prix élevé. Si nos notes sont exactes, les briques fabriquées reviendraient à 55 francs le mille.

Parmi les autres machines pour briques à sec, nous citerons celle de M. Durand, à Paris, et qui se recommande par son agencement simple. Elle comporte une trémie où la terre est jetée à la pelle et à la base de laquelle est installé un seul moule placé verticalement sur le long côté de la brique. Un piston horizontal, commandé par une manivelle dépendant d'un arbre entraîné par une poulie motrice, refoule la terre dans le moule, et un contre-piston à l'arrière du moule est amené en avant, sous l'action de deux cames montées sur l'arbre de manivelle. Ce contre-piston est maintenu jusqu'à la fin de la compression exercée par le piston principal; à ce moment les cames abandonnent le contre-piston, et le piston, continuant sa marche, pousse la brique sur une courroie extérieure, laquelle, par un double mouvement d'ascension et de translation, opère le démoulage et entraîne la brique. — Cette machine, beaucoup plus simple que la précédente, est annoncée comme pouvant produire 15 à 20 mille briques par jour; nous doutons un peu de ce chiffre, mais nous n'en trouvons pas moins la machine très-recommandable et bien constituée pour fournir un travail durable.

MM. David et Cie, au Havre, ont exposé également une

machine pour opérer à sec, comprimant la terre, telle qu'elle sort de la carrière, de 52 p. c. Nous mentionnerons encore les machines de même espèce de MM. Boulet frères, à Paris, et Allemand, également à Paris.

Les machines travaillant la pâte humide sont plus nombreuses. Toutes sont à filière et diffèrent seulement d'après la manière de refouler la pâte, de recevoir le jet et de couper la brique. Nous nous bornerons à citer les machines exposées, avec quelques détails propres à chacune d'elles.

Les machines à briques et à tuiles, avec broyeur et malaxeur, de MM. Schmerber et Cie, à Illfurth (près de Mulhouse), fournissent des produits remarquables; la bonne qualité des argiles employées et les soins apportés aux mélanges contribuent autant que la machine même à ce résultat. La machine à briques peut fournir 12,000 briques par jour; celle à tuiles peut façonner 6,000 pièces. Le catalogue des articles fabriqués indique une grande variété de briques creuses et de tuiles.

La machine et les produits en briques creuses et tuyaux, exposés par M. P. Borie, à Paris, sont des plus remarquables. En 1851, MM. Borie frères avaient déjà obtenu une médaille pour leur machine; M. Paul Borie y a apporté divers perfectionnements, ayant pour objet d'améliorer la trituration et le moulage et d'éliminer les éléments pierreux; pour ce dernier effet, le piston refouleur s'arrête à 0m,03 d'une grille, devant laquelle les corps étrangers s'arrêtent pour être retirés de temps en temps. M. P. Borie fabrique d'ailleurs aujourd'hui des produits creux extrêmement variés dans leur forme. Sa fabrication monte à 5 millions de briques creuses par an, outre des tuyaux d'une valeur équivalente à celle des briques.

Les briques creuses se vendent 48 francs le mille dans Paris.

Les machines à briques et les produits de MM. Clayton et Cie, à Londres, ont figuré déjà à un grand nombre d'expositions. Outre une grande machine à filière, l'exposition de MM. Clayton et Cie comprend une machine à rebattre les briques à leur sortie de la première, afin d'obtenir, par ce travail supplémentaire, des briques plus serrées et moins altérables, pour briques de façade; ce travail, excellent sans doute, double le prix de la main-d'œuvre. L'exposition de ces fabricants comprend encore une machine spéciale pour la fabrication des briques en béton, une à une, par une compression à levier, enfin une petite machine à briques, employant la terre malaxée à bras ou autrement.

Dans la machine à briques pleines et creuses de MM. Cazenave et Cie, à Lille, le jet d'argile, au sortir de la filière, est coupé automatiquement par la rencontre de fils horizontaux, montés sur un tambour venant glisser verticalement contre d' équerres fixées aux éléments articulés du tablier qui porte le jet; c'est une très-jolie disposition. La machine Cazenave est employée sur une assez grande échelle par l'entrepreneur des travaux des buttes Chaumont; on en paraît satisfait.

Dans celle de MM. Hertel et Cie, à Nienburg-sur-la-Saale, le jet est refoulé continûment par un axe garni de surfaces obliques, légèrement héliçoïdes, et il est divisé en quatre tranches verticales, ayant l'épaisseur de la brique, au moyen de trois fils inclinés, placés dans des plans verticaux parallèles; deux autres fils, également inclinés, enlèvent les côtés latéraux du jet qui, autrement comprimés que les parties intérieures, subiraient un retrait différent; d'autres fils coupent ensuite le jet en marche en portions d'une longueur égale à celle des briques. Pour les tuiles, le talon sort, en jet continu, avec le corps de la tuile, puis on enlève la partie qui ne doit

pas être conservée comme talon; celui-ci est ainsi parfaitement soudé avec la tuile. Ajoutons que, pour la fabrication des briquettes, MM. Hertet et Cie chauffent la tuyère de sortie par une enveloppe de vapeur. Ces diverses dispositions sont bien conçues, et la machine exposée est très-bien exécutée.

Les machines pour briques et tuyaux de M. Whitehead, à Preston, sont bien disposées. Le même exposant a une machine à rebattre qui ne prend qu'une seule brique à la fois et qui doit donner lieu ainsi à une manœuvre fort coûteuse.

Enfin, les machines de M. Schlickeysen, à Berlin, l'une à deux jets, l'autre à un seul jet, toutes les deux à refoulement continu par un axe garni d'ailes héliçoïdes, vertical dans la première et horizontal dans la seconde, méritent aussi d'être citées, aussi bien que l'appareil malaxeur et les machines à briques de M. Schlosser, à Paris.

3 août 1867.

CLASSES LV & LVI.

MATÉRIEL ET PROCÉDÉS DU FILAGE ET DE LA CORDERIE. — MATÉRIEL ET PROCÉDÉS DU TISSAGE.

COMPOSITION DES JURYS.

55e CLASSE.

Michel Alcan, professeur au Conservatoire impérial des arts et métiers, à Paris, *président*.	France.
A. Mercier, constructeur-mécanicien, à Louviers.	Id.
G. Scribe, ancien constructeur de machines, à Gand, *rapporteur*.	Belgique.
J. Wild-Siler, manufacturier, à Zurich	Suisse.
Le Commandeur **J. de Luca**, directeur des constructions navales	Italie.
R. Marshall, filateur de lin, à Leeds.	Angleterre.
Edouard Simon, ingénieur civil, à Paris, *associé*	France.

56e CLASSE.

Villeminot-Huard, manufacturier, à Reims, *président* . . .	France.
Nicolas Schlumberger, constructeur-mécanicien, à Guebwiller.	Id.
Henri Scrive, fabricant, à Lille, *rapporteur*	Id.
M. Curtis, constructeur-mécanicien, à Manchester	Angleterre.
Ran Kelwitz, professeur à l'école des arts et métiers, à Chemnitz.	Prusse.
G. Scribe, ancien constructeur, à Gand, *associé*	Belgique.

LVe CLASSE.

Les machines destinées à la filature offrent à l'Exposition universelle un ensemble superbe; peu d'industries sont aussi complétement représentées. Toutes les nations ont, dans cette

classe, des exposants nombreux, et divers pays, l'Angleterre, la France, la Belgique, l'Allemagne du Nord et la Suisse, ont envoyé des outillages complets, opérant les diverses transformations subies par le coton, le lin, la laine et la soie dans l'opération de la filature.

Malgré ce concours des principaux constructeurs de l'Europe, il y a cependant très-peu de machines présentant un système nouveau; mais, en revanche, les constructeurs se sont préoccupés vivement et avec succès d'apporter au matériel existant toutes les améliorations qu'une longue pratique a pu leur suggérer; les uns se sont efforcés de remplacer le travail manuel par le travail mécanique dans les opérations préparatoires; les autres ont cherché à simplifier la surveillance des machines en assurant plus parfaitement le jeu de leurs divers organes et en facilitant l'arrêt instantané d'un ou de plusieurs de ces organes, sans préjudicier au travail des autres. Les Anglais, qui présentent dans cette classe une exposition complète, ne nous offrent qu'une seule machine nouvelle, une peigneuse pour le coton court; sa production n'est toutefois pas encore bien considérable et s'élève seulement à 20 kilog. par jour.

Comme machine perfectionnée, nous citerons un banc à broches à lin, portant un système très-ingénieux qui permet d'enlever instantanément la pression des cylindres étireurs, et une très-heureuse modification des crapaudines et des pièces recouvrant le pied des broches; là se trouve aussi un appareil rapprochant les deux cônes et à l'aide duquel on peut remettre en place, après la levée, la courroie donnant aux broches le mouvement différentiel.

En France, nous voyons un très-bel ensemble de machines de filature et, comme principale nouveauté, des continus au nombre de trois. Ces machines, qui ne sont pas encore com-

plétement acceptées par la pratique, laissent néanmoins espérer qu'elles se substitueront avec avantage aux continus pour le filage du coton et de la laine peignée et cardée, en permettant d'accroître la production, tout en conservant les qualités particulières de chacun de ces textiles.

Mentionnons aussi une machine à produire les fils feutrés, où la torsion est remplacée par le feutrage; de plus, deux machines à donner le fil caret et à fabriquer les torons et les câbles dans un espace restreint.

L'exposition belge, très-complète, quoique contenant un nombre de machines moindre que les expositions des pays précédents, présente un appareil à sécher la laine, ingénieux, bien disposé et capable de rendre de bons services;

Deux appareils nouveaux à charger automatiquement les cardes à laine et les échardonneuses, et qui permettent à un ouvrier de soigner trois de ces dernières machines;

Un système de nappe faite par le batteur, qui donne une alimentation très-régulière à la carde;

Une modification de carde ingénieuse, destinée à éviter les bagues sur le peigneur qui doit donner le boudin pour le renvideur;

Un self-acting très-heureusement modifié, donnant toute facilité de surveillance et de montage, et que le fileur le moins expérimenté pourra aisément comprendre et conduire.

L'Allemagne du Nord expose de belles machines pour laine, entre autres un excellent self-acting.

L'Autriche a une carde à coton d'une disposition particulière.

L'Italie n'a aucune machine nouvelle ou présentant quelque modification notable.

La Suisse, qui a une exposition très-complète de filature de coton, a aussi envoyé une machine tout à fait nouvelle,

pour le triage des soies. Cet appareil prend la soie et la répartit sur six bobines différentes, selon le diamètre exact du fil, et cela par des moyens très-simples et sans l'intervention de la main.

Enfin, l'Espagne a une machine ingénieuse, destinée à produire les fils chinés par un système de torsion et d'enroulage intermittent.

BELGIQUE.

M. *Jules Dehemptinne*, de Gand, a exposé un métier à filer self-acting. Ce métier est pourvu de huit paires de cylindres étireurs subissant la pression d'un poids unique, répartie également entre eux par un système de balance d'une construction très-soignée. Malheureusement le métier ne fonctionnait pas et le jury n'avait aucune donnée ni sur le doublage, ni sur la nature des préparations subies par le coton destiné à alimenter ce métier. Aussi a-t-il été impossible de se rendre un compte exact de la valeur d'un appareil dont la construction s'écarte tant des idées généralement reçues dans la filature.

MM. *De Mot et Cie*, à Hornu : Câbles plats, en aloès et en fer, d'une bonne fabrication, mais en trop petits échantillons.

MM. *A. Fetu et Deliége*, à Liége : Rubans pour garnitures de cardes. Très-grande variété dans la nature des rubans, perfectionnements importants dans la construction des machines à bouter; les rubans sont en cuir simple ou garni de caoutchouc naturel, et quelques-uns en étoffe et caoutchouc.

MM. *Hortmans frères*, à Liége : Rubans pour garnitures de cardes. Les dents sont plaquées sur des cuirs très-remarquables comme régularité, mais il est fâcheux que les produits aient été détériorés dans le transport.

MM. *J.-D. Houyet et Teston*, à Verviers, exposent :

1° Un laveur, — dans lequel la laine est soumise à l'action de l'eau froide, puis pressée entre des cylindres sécheurs; de là elle tombe dans un bac contenant une lessive qui enlève le suint et dans lequel elle est agitée par des râteaux mus mécaniquement; elle passe ensuite entre deux nouveaux cylindres et tombe dans un bac de rinçage.

La compression régulière des sécheurs est assurée par un système de poids et de ressorts.

Les cylindres ont une garniture de carde. Afin d'éviter tout déchirement de la laine, il faut que les deux cylindres aient la même vitesse à la circonférence, et lorsque par adhérence de la laine un des cylindres grossit, le cylindre inférieur, par exemple, — il faut, si le cylindre supérieur n'a pas augmenté de diamètre, qu'il soit entraîné plus vite par ce cylindre inférieur que par le pignon qui le commande.

Pour lui permettre cette augmentation de vitesse, on a placé le pignon du cylindre supérieur fou sur son axe, et il commande le cylindre à l'aide d'un cliquet qui prend sur un rochet calé sur l'axe du cylindre. Ce dernier peut donc tourner plus vite que le pignon; sans l'entraîner.

2° Un séchoir à laine, à l'aide de l'air chaud. — La laine est disposée sur des toiles métalliques, placées supérieurement et latéralement à un cylindre à double enveloppe, chauffé par un courant de vapeur. Un ventilateur placé à l'entrée de l'enveloppe intérieure, chasse l'air dans le cylindre; cet air chauffé passe ensuite sur les parois extérieures et sort en traversant la laine.

3° Un hydro-extracteur, — dans lequel l'arbre horizontal qui reçoit le mouvement porte un plateau, qui commande l'arbre du panier par l'intermédiaire d'un galet cylindrique, formé de lames de buis comprimées entre deux plaques de fer. Ce galet peut monter ou descendre sur l'arbre, de manière à se rappro-

cher du centre du plateau moteur, et donner alors une vitesse variable au panier. Ce panier est formé de cercles en fil de fer galvanisé, assemblés sur une carcasse portée sur l'arbre, et procure une très-grande économie de force.

On a reconnu qu'une vitesse de 1/3 plus faible que pour un panier formé de toiles métalliques, chasse la même quantité d'eau; c'est donc un véritable service rendu à l'industrie que la mise au jour de ces turbines.

Le frein n'agit pas, comme dans les appareils ordinaires, sur une poulie calée sur l'axe; il se manœuvre avec le pied et se trouve à la partie inférieure de l'appareil; il agit directement sur le panier, ce qui, à cause de la grandeur du rayon, rend le frottement très-énergique.

Le seul reproche que l'on pourrait faire à cet excellent appareil, est dans la disposition du coussinet placé extérieurement et qui peut laisser passer un peu d'huile.

4° Machine à nettoyer ou échardonneuse, d'un excellent système, bien construite. — Les services que rend cette machine sont encore augmentés par la chargeuse Deru, qui double la production par une alimentation beaucoup plus régulière qu'à la main et qui simplifie la surveillance. Cette chargeuse se compose d'une toile sans fin, marchant dans un plan vertical, poussant la laine de haut en bas sur un cylindre armé de dents espacées.

Ce cylindre a un mouvement assez lent, et la laine lui est prise par un batteur qui a un mouvement de rotation plus rapide et qui envoie la laine sous forme de nappe aux cylindres alimentaires de l'échardonneuse.

5° Brisoir à laine, huileur mécanique.—Également pourvue de la chargeuse Deru, et lorsque la laine est entre les cylindres alimentaires, cette machine reçoit l'huile qui est distribuée régulièrement par un appareil inventé par Deru et se compo-

sant d'une brosse circulaire qui met l'huile dans un bac en venant s'essuyer sur le bord de ce bac; de là une seconde brosse prend l'huile, qui se trouve toujours au même niveau et vient s'essuyer sur une plaque; elle coule le long de cette plaque, et chaque goutte tombe à l'extrémité des dentelures qui en terminent la partie inférieure.

La laine, en sortant de ce brisoir, est formée en nappe qui vient se mettre sur une toile, et cette toile et la nappe posée dessus s'enroulent en spirale sur un axe, au fur et à mesure de la livraison; la laine graissée, ouverte et mise en nappe grossière, maintenue par la toile, est transportée à la première carde. Les cardes avec alimentation Apperley ont leurs tambours en tôle mince, ce qui leur assure une grande légèreté et une régularité parfaite; les supports de tous les cylindres sont fermés, afin d'éviter l'usure des arbres par suite de l'introduction de la poussière.

6° Foulon, — où la pression est donnée aux cylindres par des ressorts dont la force peut être réglée à la main. C'est un excellent modèle, très-employé en Belgique et en France.

7° Lainerie à quatre touches, — mais qui ne présente pas le perfectionnement de la machine Neubarth et Longtain (voir ci-après, page 14).

8° Tondeuse longitudinale, — d'une belle construction.

M. *Célestin Martin*, à Verviers, expose : 1° Un brisoir huileur automate, pourvu de la chargeuse Bolette, qui remplace avec un très-grand avantage l'ouvrier chargé de former la laine en nappe en avant des cylindres alimentaires. Cet appareil excessivement simple s'applique à toutes les machines où la laine est mise en masse pour être ensuite distribuée régulièrement.

Dans ce brisoir, la laine est donc parfaitement ouverte, purgée de poussière et de corps étrangers; elle est graissée

régulièrement à l'aide d'un appareil spécial, adapté sur le brisoir et qui, par de simples changements de pignons, fait varier la quantité d'huile répandue.

Cette machine, d'une construction très-soignée, donne un travail excellent et produit, avec un seul ouvrier, environ 1,500 kilog. de laine par 12 heures.

Tous les organes peuvent se découvrir très-facilement, de façon à permettre un nettoyage rapide.

2° Un assortiment pour laine cardée. — La première carde fournit aux cylindres alimentaires une nappe d'une assez grande régularité; cette carde donne à sa sortie un boudin qui s'enroule sur une bobine.

Pour la seconde carde, on place à l'entrée, sur un râtelier, 40 bobines fournies par la première carde.

Toutes ces parties vont se réunir, compensant les unes par les autres les irrégularités, et donner, à la sortie, un boudin unique d'une régularité beaucoup plus grande que celle du boudin fourni par la première carde ; cette seconde carde donne, en outre, la laine en bobines.

Une bobine est placée sur la troisième carde ; le ruban est pris par un appareil distributeur très-ingénieux qui l'étend en travers devant les cylindres alimentaires ; le ruban est donc reployé continuellement sur lui-même par longueur de $1^{m},20$, de manière à réunir et à faire passer ensemble comme dans l'alimentation Apperley des parties du même boudin très-éloignées les unes des autres, ce qui constitue une condition de régularité parfaite.

A la sortie de la carde, la laine est prise par un peigneur tout particulier, qui nécessite un mot d'explication.

Les peigneurs ordinaires sont formés de bagues placées sur un cylindre et laissant entre elles une certaine distance. La laine n'étant prise sur le tambour que par des bagues, le cou-

teau qui détache la laine ne donnera que des rubans ayant exactement la largeur des bagues. Pour que le travail soit bon, il faudra donc que ces bagues soient parfaitement régulières, et la difficulté est assez grande, car il y a forcément deux bouts soudés ensemble ; de plus, il faut que la bague soit parfaitement placée sur le cylindre, — de là un montage très-délicat, —et si une bague du milieu est détériorée, il faut sortir la moitié de la garniture pour la remplacer.

Dans la carde dont nous nous occupons, le peigneur est garni d'un ruban continu enroulé en spirale, afin de diviser la nappe en rubans étroits.

Des lames d'acier d'environ 0^{m},005 de largeur sont attachées à un arbre parallèle à l'axe du peigneur et entourent le peigneur sur une partie de sa circonférence, au point de contact avec le tambour et un peu au-dessus et au-dessous.

Il en résulte que ces lames d'acier portant sur les dents du peigneur, empêchent très-efficacement en ces endroits le peigneur de prendre la laine du tambour ; le peigneur ne prend donc la laine que dans les parties non recouvertes par les lames d'acier, tout à fait comme si, plaçant le peigneur sur le tour, on détruisait des lignes de dents. Donc aux espaces où portent les ressorts d'acier correspondent les espaces vides formant séparation entre les rubans.

Les ressorts sont tendus par un poids léger qui les fait bien porter sur le cylindre, et afin d'empêcher la laine de se fixer sur les ressorts, ceux-ci ont un mouvement de hausse et de baisse produit par une légère rotation de l'arbre supérieur où ils sont fixés, et la lame d'acier vient s'essuyer en portant toujours sur le peigneur.

Cette carde donne un excellent travail, des boudins très-réguliers, et l'écartement à volonté des lames d'acier permet avec le même peigneur de faire des boudins de grosseurs diffé-

rentes; de plus, lorsque le peigneur est un peu usé, la garniture enlevée peut se placer sur un cylindre quelconque où l'on peut changer le peigneur et le placer sur la première carde.

Chez M. Célestin Martin, les trois cardes n'étant pas directement reliées ensemble, on a un avantage sur l'alimentation Apperley, surtout pour les petites parties de laine; car pour un nettoyage, les trois cardes marchant ensemble et se fournissant exactement l'une l'autre, un arrêt de l'une force d'arrêter les deux autres, ce qui augmente toujours le temps où la carde demeure inactive.

3° Un self-acting à laine cardée, à deux vitesses par le moyen d'une petite transmission intermédiaire et de deux courroies.

Beaucoup de constructeurs cherchent et sont arrivés pratiquement, à l'aide de dispositions assez compliquées, à n'avoir qu'une seule courroie et à éviter la petite transmission intermédiaire; pourtant il est bon de remarquer, en ce qui concerne le métier dont nous parlons, que l'emploi de ces deux courroies simplifie notablement la têtière; que dans presque toutes les filatures, l'arbre de commande générale se trouve souvent loin ou dans une position qui nécessite un renvoi qui, de plus, permet de donner une vitesse au métier que l'arbre ne peut pas toujours donner sans de très-grandes poulies, nécessitant alors des chaises à grandes portées ou des positions particulières de la transmission, lorsqu'il s'agit, par exemple, de donner une vitesse de trois ou quatre cents tours à l'arbre de la têtière. On peut donc dire que, dans presque tous les cas, un renvoi est indispensable. La même tendance heureuse à simplifier les mouvements se retrouve dans le métier, dont le bâti de la têtière, un peu large, donne une très-grande facilité au montage, à la surveillance et surtout aux réparations, ce qui est un très-grand avantage pour la laine cardée, où les ouvriers n'ont pas encore acquis l'habileté des fileurs de coton.

Toutes ces machines sont remarquables par une construction excessivement soignée qui n'exclut pas le bon marché.

MM. *Rens et Colson,* à Gand : Métier continu pour filer le lin et les étoupes.

Ce métier, d'une excellente construction générale, présente, en outre, plusieurs modifications dont deux sont d'une notable importance.

L'extrémité inférieure des broches est terminée par une surface légèrement convexe, et le fond de la crapaudine est formé par une partie plate sur laquelle porte cette partie convexe; en outre, le trou de la crapaudine est fait plus gros que la broche, sur une petite hauteur; de l'huile se trouve logée dans cet espace et vient toujours lubrifier l'extrémité de la broche.

Les dents des pignons donnant le changement de numéro du fil ou le changement de torsion, sont en relation constante et décimale avec le numéro du fil, ce qui permet, sans aucune recherche, de voir immédiatement quel est le pignon à mettre pour faire un fil d'un numéro donné. Cette application permet encore de varier d'infiniment peu la grosseur du fil. On remarque encore dans ce continu, que les cylindres de pression n'ont pas de portée et sont maintenus entre deux plaques, afin d'empêcher le fil de s'enrouler aux extrémités des cylindres.

M. *François Roels,* à Gand : Navettes, bobines, dévidoirs pour filature de lin, de laine et de coton.

Ces objets, quoique secondaires, ont encore une assez grande importance, et la bonne fabrication de ces petits appareils a été remarquée.

M. *Camille Schepens,* à Gand : Échantillons de cylindres de pression pour filature, garnis de drap et cuir, d'une très-grande régularité.

Il est regrettable qu'il n'y ait eu d'exposés que les deux plus petits types de cylindres.

La *Société du Phénix*, à Gand, expose, outre une carde à laine longue, très-bien comprise, et dont l'excellente construction a été fort remarquée, un banc à broches en fin de 112 broches, à bobine conique, pour la laine.

A en juger d'après les bobines montées sur le banc, cette mécanique réalise un perfectionnement considérable dans la filature de la laine.

Le même établissement expose encore un bobinoir d'une grande simplicité.

Il est à regretter que les réductions que l'on a dû faire subir aux demandes d'espace, aient empêché la Société du Phénix, qui a acquis une réputation si méritée dans cette spécialité, d'exposer un assortiment complet pour filature et tissage de coton.

M. *Joseph Sens-Nissen*, à Hamme : Gibecière et filet pour voitures de chemin de fer.

Ces objets auraient dû, ce semble, être montrés dans une autre classe.

M. *J.-A. Van Haeken*, à Zele : Échantillons de cordes et ficelles d'une bonne fabrication, et plusieurs autres objets qui ne sont pas de la classe.

M. *D. Van Haute-Calluy*, à Hamme : Quelques échantillons de ficelles, cordages, nattes de cordes, etc., d'une bonne fabrication, mais trop peu importants en présence des expositions des concurrents, surtout étrangers, qui appelaient l'attention sur de très-grandes et nombreuses pièces.

La même observation s'applique à MM. *Velings et Cie*, de Châtelet.

M. *Vertongen-Goens*, à Termonde : Exposition très-complète. Câbles plats en aloès, ne laissant rien à désirer. Ces

câbles plats, pour l'usage des mines, sont fabriqués à huit haussières. Les câbles employés presque généralement sont à six haussières. Le nouveau procédé donne des câbles plus larges et plus minces, qui s'enroulent mieux sur les bobines, et, par suite de la moins grande différence entre les rayons extrêmes, fournissent une vitesse plus régulière pour les vennes. Ces câbles commencent à être très-employés dans le bassin de Charleroi.

Cordes et ficelles en tous genres, en chanvre ordinaire et en chanvre de Manille. Belles ficelles, de qualités très-variables, depuis la plus belle matière et le travail le plus soigné jusqu'à la ficelle en chanvre de Bombay, d'un prix très-bas.

Exposition variée de fils et cordonnets fort remarquables.

MM. *Debial et Cie*, à Verviers : L'Angleterre avait le monopole de la production des lames de tondeuses avant la naissance de la maison dont il est question; mais à la perfection et au fini des pièces de cette exposition, ainsi qu'au bon marché, on peut dire d'avance que cette industrie, qui est ici toute récente, est arrivée du premier coup à la hauteur de ses concurrentes.

M. *F.-J. Leroy,* à Verviers : Tondeuse longitudinale finisseuse, d'une bonne construction, avec un mécanisme permettant de baisser simultanément les deux extrémités du cylindre.

Un brisoir effilocheur, avec alimentation à auge qui malheureusement ne travaillait pas.

M. *Th.-J. Martin,* à Dison, lez-Verviers : Très-belle collection de garnitures de cardes. Les dents sont piquées sur des étoffes préparées avec les caoutchouc vulcanisés, et elles sont maintenues à l'aide d'un léger matelas de laine feutrée. M. Martin est l'inventeur de l'embourrage de ces rubans, à l'aide de

laine feutrée. Cette exposition a attiré particulièrement l'attention du jury.

MM. *Neubarth et Longtain*, à Verviers : Lainerie à quatre touches fort remarquable. Quand on augmente ou diminue la touche, la tension reste la même, à l'aide d'un mécanisme excessivement simple. C'est une machine très-recommandable et d'un prix très-bas, 1,800 francs. C'est le prix de deux petites laineries simples, et le travail est beaucoup plus considérable en raison des quatre touches.

En outre, une bonne tondeuse, mais qui n'est pas aussi perfectionnée que les machines prussiennes ; et une satineuse, qui n'est pas de la valeur des deux précédentes machines.

M. *Jacques Vincent*, à Alost : Une mécanique Jacquard de 700, du prix de 85 fr., très-soignée, et une mécanique rabat avec changement d'armure, du prix de 50 francs.

M. *Pierre-Joseph Wergifosse*, à Bruxelles : Calandre liégeoise servant à polir le linge, du prix de 100 à 150 francs, selon la dimension de l'appareil.

FRANCE.

L'exposition française des machines, dans la 55me classe (matériel pour filature), est fort belle : on y a surtout remarqué quatre assortiments complets, représentant toutes les phases du travail du coton, de la laine cardée et de la laine peignée.

La filature du lin n'y figure que d'une manière très-insuffisante, quoique cette industrie occupe un rang fort important dans les départements voisins de la frontière du Nord.

M. *Mercier*, de Louviers, expose :

A. Pour le travail du coton :

1° Une échardonneuse de 1^{m},20 de largeur, munie de la chargeuse Bolette, que nous avons déjà vu employer et qui est d'invention belge. Cette machine, d'une construction très-solide, est munie de deux cylindres qui ouvrent parfaitement la laine, et facilitent la prise par le cylindre échardonneur. Elle produit de 35 à 45 kilog. par heure de travail.

2° Un loup avec tambour en fer de 0^{m},55 de diamètre sur 0^{m},80 de largeur; ce loup est muni d'une chargeuse mécanique, comme l'échardonneuse, et d'un appareil huileur, au moyen duquel la laine est régulièrement ensemée.

3° Un assortiment composé de trois cardes à cinq travailleurs; l'une est une carde briseuse, pourvue de la chargeuse mécanique et d'un cylindre échardonneur destiné à compléter l'épuration de la laine. Elle produit sur le bout du peigneur un ruban légèrement tordu, qui vient mécaniquement alimenter la deuxième carde dite repasseuse, au moyen de la table d'alimentation d'Apperley; cette alimentation est d'un grand avantage pour la laine cardée; le boudin étant placé transversalement à la carde, les fibres de la laine ne se trouvent pas dressées et parallélisées comme dans le système d'alimentation par bobines, et la laine cardée conserve toutes ses propriétés. Cette carde repasseuse fournit, comme la précédente, un boudin qui est amené et placé transversalement, par une seconde table Apperley, à la troisième carde dite boudineuse; cette dernière est à deux peigneurs; le rota frotteur a des mouvements très-doux; le volant est commandé par un engrenage, ce qui lui donne une plus grande régularité.

4° Un renvideur de 400 broches, avec mouvement de double vitesse faisant partie des mouvements composant la têtière; ce métier est pourvu de tous les perfectionnements connus jusqu'à ce jour.

B. Pour le travail de la laine peignée :

1° Une carde à double tambour et avant-train; elle est munie de la chargeuse Bolette, et porte un cylindre échardonneur qui nettoie complétement la laine.

2° Gills simple et double à barette, servant à paralléliser les fils avant ou après le peignage.

3° Une bobineuse à préparer les bobines à la machine suivante.

4° Peigneuse circulaire, d'après le principe de la peigneuse Noble, mais produisant une quantité de laine beaucoup plus considérable ; la production journalière peut aller depuis 150 kilog. en mérinos fin, jusqu'à 250 kilog. en laine ordinaire.

5° Un renvideur de 450 broches à 4 rangées de cylindres cannelés, d'une bonne construction.

Cette exposition, qui est la plus considérable et la plus complète de cette spécialité, présente, surtout pour le travail de la laine cardée, un ensemble de machines tout à fait hors ligne.

M. *François Vouillon*, à Louviers, expose une machine pour la substitution du feutrage à la filature.

Cette machine prend un certain nombre de boudins, tels qu'ils sont fournis par la carde boudineuse, les étire et les feutre en même temps, de manière à produire un fil parfaitement régulier et résistant. Elle présente un très-grand intérêt, surtout pour les matières communes.

Par suite du procédé de feutrage, pour peu qu'il se trouve dans la laine quelques filaments de bonne qualité, ils sont amenés à la surface et donnent de suite au fil un bon aspect que ne lui aurait pas donné le filage ordinaire.

MM. *N. Schlumberger et Cie*, à Guebwiller, exposent un très-beau matériel pour la filature du coton ; il consiste en :

1° Une carde double de Higghins; le 1er tambour est à

hérisson; le 2e, à chapeau avec débourrage automatique, système Wellmann;

2° Une seconde carde mixte, pour numéros fins, avec débourrage automatique;

3° Une très-belle peigneuse, système Heilmann, qui est maintenant universellement employée pour le peignage du coton, et qui a posé le principe du fractionnement de la mèche, principe sur lequel reposent les diverses machines imaginées jusqu'ici. Cette peigneuse a six têtes, et les six rubans produits se réunissent et se placent dans un pot animé d'un mouvement de va-et-vient;

4° Banc à broches où le mouvement différentiel est donné à l'aide d'un plateau à axe horizontal qui conduit par friction un galet à axe vertical,—et le rapprochement du galet, vers le centre ou la circonférence du plateau, donne la différence de vitesse;

5° Un second banc à broches, à double cône;

6° Un self-acting à double vitesse, d'une marche parfaite. Les cylindres de commande des broches sont verticaux. Un homme, avec un doigt appliqué au volant de la poulie de commande, peut le mettre en mouvement. Ce métier file du coton n° 150, ce qui est un véritable tour de force pour des machines placées dans des conditions aussi anormales que celles qui fonctionnent à l'Exposition.

Pour le travail de la laine peignée, MM. Schlumberger et Cie exposent le matériel ci-après :

Carde à avant-train : le couvercle du volant est remplacé par un cylindre déchargeur;

Peigneuse Heilmann, pour la laine;

Banc à broches où les cônes sont remplacés par des plateaux de friction. La commande du chariot porte-bobines et celle de l'envidage des bobines sont séparées; les broches sont à tube, système Higghins.

MM. *Stehelin et Cie*, à Bischwiller (Haut-Rhin), exposent un assortiment de machines pour la filature du coton, de la laine cardée, de la laine peignée et de la bourre de soie. Toutes ces machines sont bien faites et portent tous les perfectionnements sanctionnés par l'expérience.

Pour le coton :

Une carde à hérisson, système Higghins, et une seconde carde, à chapeaux, avec débourrage automatique de Wellmann;

Une machine à réunir avec casse-mèches ;

Un étirage avec casse-mèches, où les cylindres sont nettoyés par une plaque de molleton ;

Un banc à broches, et un métier à retordre, où les broches sont commandées par engrenages.

Pour la laine cardée :

Une carde d'un ajustement très-facile, grâce aux dimensions du bâti.

Pour la laine peignée :

Une carde à avant-train : Tous les tambours sont en fonte, ainsi que ceux des cardes pour coton et laine cardée ;

Une peigneuse circulaire, système Tavernier ;

Un bobinoir, un étirage et enfin un self-acting à chariot de forme parabolique, de manière à éviter tous les mouvements de flexion dans le sens longitudinal, et permettant ainsi de construire facilement des métiers d'une grande longueur. Les broches sont commandées par engrenages. Ce système est employé dans quelques usines en France, et l'on nous assure qu'il donne de bons résultats.

MM. *Pierrard, Parpaite et fils*, à Reims, exposent :

Un batteur mécanique pour ouvrir la laine, chasser la poussière et faciliter l'action du dégraissage ;

Dégraissage automatique, dit à superposition, présentant tous les perfectionnements connus. Pour ces appareils, la dis-

position des bacs étagés nécessite un bâti et semble compliquer la manœuvre. Les cylindres sont pressés l'un contre l'autre, par des ressorts sur lesquels appuient des poids, ce qui donne aux cylindres une plus grande élasticité et plus de douceur dans les mouvements;

Lisseuse dégraisseuse, servant avant le peignage de la laine et qui enlève l'huile des rubans, les presse, les lisse et les sèche entre des cylindres de cuivre chauffés à la vapeur;

Une carde fileuse pour laine cardée;

Deux métiers continus à filer la laine peignée; vitesse des broches, 5,200 tours. Les deux métiers sont du même système: l'un est appliqué à la chaîne et produit des fusées cylindriques; l'autre est appliqué à la trame et donne des fusées coniques que l'on emploie comme cannettes dans les métiers à tisser.

Dans ces métiers, la broche est commandée par un pignon conique comme dans les bancs à broches; l'ailette, qui ne touche aucunement la broche, est portée par une barre placée au-dessus de la broche; elle pend donc sur celle-ci. Cette ailette, qui, dans sa position, représente un Y renversé, est tenue dans un collet par sa partie terminale, et porte sur cette partie le pignon qui la commande. Cette tige est creuse; le fil partant des cylindres étireurs, passe dans la queue de l'ailette, s'enroule dans une rainure spirale, pratiquée sur une des branches, et vient se fixer sur la broche; la différence de vitesse entre la broche et l'ailette produit le renvidage. Les cylindres étireurs et l'ailette ont un mouvement régulier; la broche a un mouvement variable, pour compenser l'accroissement de grosseur de la bobine et la forme conique de la fusée. Pour rattacher le fil, un même mouvement arrête la broche et son ailette, et, après le rattachage, on remet en marche simultanément la broche et l'ailette, en appuyant le pied sur une pédale placée sur le sol.

M. *Ryo-Catteau,* à Roubaix, expose :

Un métier continu pour laine et coton. Dans ce métier, la nouveauté principale consiste dans la forme de la broche, et l'exposant fait remarquer que ce système est également applicable aux bancs à broches et aux métiers à retordre. L'envidage se produit d'une manière régulière, par une différence de vitesse entre la broche et l'ailette, vitesse qui se règle à volonté. La partie de l'ailette qui entoure la broche, porte folle; une pièce est calée sur la broche et entaillée par un pas de vis très-allongé sur lequel est placée une sorte de pièce formant écrou. Un petit balancier pince l'écrou et, en oscillant, peut lui donner un mouvement d'ascension et de descente; l'écrou ne pouvant tourner, ce mouvement d'ascension et de descente se transforme pour la broche en mouvement circulaire, en sens contraire de la rotation, qui donne à la broche la différence de vitesse avec l'ailette qui produit l'envidage. Chaque oscillation du balancier donne un tour de moins à la broche qu'à l'ailette. Pour tenir compte de l'accroissement du diamètre de la fusée et de la forme conique de cette fusée, l'ailette a toujours un mouvement parfaitement régulier; mais les balanciers qui commandent les écrous ont un mouvement varié qui tient compte de toutes les irrégularités de forme de la fusée.

Avec cette machine, qui paraît bien fonctionner, l'exposant a une retordeuse fondée sur le même principe, et une doubleuse avec casse-fils, très-ingénieusement construite.

M. *Sixte Villain,* à Lille, expose :

Un continu, filant d'un côté du lin et de l'autre du coton, et applicable également à la filature des autres matières textiles.

L'étirage du système ordinaire donne la mèche à une ailette creuse, commandée par le tambour; le fil, tordu par l'ailette, passe au travers de celle-ci, est fixé autour d'une branche inférieure, et vient s'enrouler sur la broche, qui est très-mince,

très-légère et qui est entraînée par le fil. La broche, qui est la bobine, tourne donc moins vite que l'ailette, comme les bobines de continus ordinaires; seulement, au lieu d'avoir à entraîner une bobine lourde, irrégulière, on n'a qu'une très-légère broche parfaitement montée et d'un mouvement très-régulier. Une petite carde, munie d'une balle de plomb, peut appuyer sur la broche, de façon à faire frein et régler la tension du fil. Un mouvement de monte et baisse de la broche permet de faire des bobines de toutes formes.

MM. *Morel et Cie*, à Roubaix, présentent :

Une peigneuse à deux têtes, pour laine longue commune, produisant 350 kilog. par jour. Le mouvement des pinces est donné par des rainures fondues à même du tambour, ce qui supprime les engrenages. C'est une excellente machine. Prix 10,000 francs.

Deux exposants, — MM. *Harding-Cocker*, à Lille, *Broux frères* et *Samson*, à Roubaix, — exposent, l'un et l'autre, des peignes pour diverses préparations de la filature, peignes circulaires en tous genres, d'un travail parfait; hérissons, gills, barettes et pièces très-variées, d'un travail très-délicat, dont l'Angleterre avait jusqu'ici le monopole.

MM. *Amédée Provost et Cie*, à Roubaix :

Peigneuse à laine à une seule tête, système Rawson; mouvement trop brusque; on préfère la peigneuse Morel et Cie.

Mme Ve *J. Ward*, à Lille :

Peigneuse pour lin long. Machine de grande dimension, faisant un bon travail. Les étoupes sont enlevées des peignes par des cylindres, et un couteau à va-et-vient débourre ce cylindre, sans froisser ni mélanger les fibres.

L'exposante annonce une production de 500 kilog. par jour et un prix de 4,500 francs.

MM. *Constant Peugeot et Cie*, à Audincourt, exposent une

belle collection de pièces détachées pour filature, broches, cannelés, ailettes, etc.

Ces objets sont faits maintenant en grande partie en acier, et les broches de filature sont trempées.

MM. *Dandoy-Maillard, Lucq et Cie*, à Maubeuge, exposent des objets similaires et d'une même perfection.

M. *Ouarnier-Mathieu*, à Compiègne, expose un outillage complet pour corderie. Cette fabrication se fait maintenant dans un espace très-restreint. La place occupée à l'Exposition n'avait que onze mètres de longueur, et on confectionnait des câbles de 800 mètres de longueur et d'une grosseur de 40 millimètres et plus. Cette exposition comprend une machine à filer le caret, une machine à faire les torons et la machine à câbler.

GRANDE-BRETAGNE.

L'exposition de la Grande-Bretagne comprend, dans la classe 55, vingt exposants, représentant surtout le travail du coton, du lin et de la laine cardée.

MM. *Lawson et fils*, à Leeds, exposent :

Une carde à étoupes à trois peigneurs et pourvue de trois rubans à chaque peigneur. Le mouvement de va-et-vient des peignes est complétement enfermé dans une boîte, et ainsi enveloppé, il est à l'abri de toute poussière. Une tête d'étirage à spirales remplace le rotary;

Étaleuse à deux têtes et six rubans ;

Un étirage à deux têtes et huit rubans;

Un banc à broches, dont tous les engrenages sont cachés par des plaques de fonte ou de tôle qui peuvent s'enlever facilement sans outil, de façon à permettre un bon entretien. La même chose existe à l'étaleuse et aux étirages;

Un banc à broches, pourvu d'une manivelle pour enlever

simultanément les poids qui maintiennent les rouleaux de pression, et d'une seconde manivelle pour soulever la plaque qui recouvre les crapaudines des broches, afin de permettre le nettoyage et le graissage;

Un continu, dont la broche, au lieu d'être terminée par un filetage sur lequel l'ailette serait vissée, a une simple rainure peu profonde où vient se loger un prisonnier fixe dans l'intérieur du trou de l'ailette; un système de pression, qui nous paraît nouveau, facilite le raccommodage des fils.

Le jury a rendu un juste hommage à la belle construction de toutes les machines de ces exposants.

MM. *Platt frères,* à Oldham, exposent des machines pour le travail du coton et de la laine cardée, savoir :

1° Trois égreneurs Mac-Carthy, dont un à la main et deux devant marcher au moyen d'un moteur. Chacune de ces machines est simple, c'est-à-dire n'a qu'un seul cylindre, qui offre la particularité d'être fait en jute, et, grâce à l'emploi de cette matière, donne plus de douceur et d'adhérence que les cylindres en cuir.

L'appareil fonctionne au moyen de couteaux à mouvement de va-et-vient vertical qui détachent les graines, et de deux barres qui se meuvent dans un plan horizontal, agitant et poussant le coton vers le cylindre;

2° Un batteur;

3° Une grande carde à coton, d'une très-belle construction;

4° Une petite carde à deux hérissons. Cette machine mérite une description particulière, à raison de son caractère de nouveauté. Les supports des hérissons sont fixés extérieurement et latéralement à la demi-lune, de façon à donner une plus grande solidité et à permettre de les régler facilement. Le gros tambour porte de petites parties vides d'environ $0^{m},05$ sur $0^{m},01$, dans le sens des génératrices des cylindres et qui ser-

vent à loger les boulons. Quarante-quatre chapeaux sont montés sur une toile sans fin ayant un mouvement assez lent. Vingt-deux travaillent à la fois ; lorsque le travail commence, un chapeau sort de la zone de travail et vient sous un couteau qui enlève et fait tomber tout le déchet qu'il a retenu ; une brosse circulaire complète le nettoyage, et le disque aiguiseur passe sur les chapeaux débourrés, de façon à les tenir toujours en état. Ce système présente des difficultés de réglage, lorsque l'usure des chapeaux a diminué la hauteur des dents. Quoiqu'il donne un débourrage très-parfait, il semble abandonné des constructeurs, et nous avons vu les concurrents employer des appareils qui enlèvent automatiquement chaque chapeau, le nettoyant et le remettant en place ;

5° Étirage où la mèche possède un mouvement de va-et-vient destiné à empêcher l'usure irrégulière des cannelures ; on y remarque encore une manivelle manœuvrant un arbre excentré et permettant de soulever les pressions ;

6° Banc à broches dont les cylindres sont nettoyés par une toile sans fin en molleton, dont la tension est produite par un petit cylindre en fer. Le chariot peut être ramené en un point quelconque de sa course par la main de l'ouvrier. Cet appareil, comme, du reste, presque toutes les machines de MM. Platt frères, est pourvu d'un frein qui agit très-simplement par le même mouvement qui fait passer la courroie sur la poulie folle ;

7° Machine à aiguiser les cylindres de cardes, avec disque aiguiseur de Horsfall, donnant probablement une très-grande régularité, à cause du très-grand mouvement de va-et-vient, mais qui demande un temps assez long pour aiguiser une garniture ;

8° Self-acting, auquel on pourrait faire le reproche d'être un peu confus et trop serré ; l'arbre de commande peut être placé,

suivant l'emplacement, dans le sens de la marche du chariot ou perpendiculairement à celle-ci. Il n'est commandé que par une seule courroie; les cannelés peuvent être arrêtés au départ du chariot à la volonté de l'ouvrier, pour empêcher le vrillement; le secteur est commandé automatiquement par vis différentielles et on peut arrêter, en un point quelconque, le chariot à sa rentrée.

Pour la filature de coton :

Un continu (throstle) pour chaîne, construit sur une petite échelle. Ce métier produit le renvidage par un système peu employé, quoique déjà ancien. Le fil passe dans un anneau qui tourne autour de la broche dans la gorge d'une pièce circulaire portée par le monte et baisse; le frottement de cet anneau contre la gorge produit un retard qui donne le renvidage.

Pour la laine cardée :

Un self-acting présentant les mêmes dispositions dont nous avons parlé pour le métier à coton.

Quant à la manière dont toutes les machines sont construites et soignées, il est superflu d'en faire l'éloge; pour n'en citer qu'un point, il n'y a pas une pièce mobile qui ne possède un système de graissage intérieur empêchant, dans presque tous les cas, l'écoulement de l'huile à l'extérieur et donnant un graissage très-complet, sans perte d'huile.

MM. *Combes et Cie*, à Belfast, présentent une exposition très-intéressante, comprenant :

Une peigneuse à lin, dite peigneuse Combes, dégageant directement les étoupes sans l'emploi de brosses, par un peigne animé d'un mouvement de va-et-vient;

Un banc à broches avec mouvement simple de monte et baisse du chariot; le mouvement différentiel est donné aux bobines à l'aide de deux cônes opposés par leur sommet et

formés seulement par douze génératrices, de manière à pouvoir entrer l'un dans l'autre et donner, par leur intersection, une poulie à gorge et pouvant se régler à la main ;

Une machine à faire les cannettes avec des écheveaux ou avec des bobines continues. Chaque broche est munie d'un casse-fil qui l'arrêtera, et lorsque la cannette est arrivée à une certaine grosseur, son mouvement est arrêté.

Toutes ces machines sont très-ingénieuses et bien comprises; du reste, la maison Combes n'en est plus à faire ses preuves; mais il est regrettable que la construction des machines exposées ait été un peu négligée.

M. *J. Ferrabee*, à Brinscombe, expose :

Système alimentaire placé entre deux cardes, fournies par Tatham, de Rochdale. Le couteau détache du peigneur de la première carde une nappe très-mince qui tombe en se repliant en travers une toile sans fin, placée derrière la carde et ayant environ $0^{m},50$ de largeur. Cette nappe passe ensuite d'une manière continue à la seconde carde où le ruban, déjà ployé en zigzags, commence ses premiers plis et est de nouveau superposé dans sa longueur et par couches horizontales de la largeur de la nappe déjà repliée; chaque couche est reculée par rapport à la précédente d'environ $0^{m},02$, de façon à donner un mélange plus complet, semble-t-il, que dans l'appareil Apperley; les deux appareils ne sont pas dépourvus d'analogie, surtout dans le dernier placement de la laine à l'entrée de la seconde carde;

Un autre banc à broches de Patham, où les cônes de changement de vitesse sont remplacés par un disque placé entre deux plateaux et qui donne le mouvement différentiel selon que le disque s'approche ou s'éloigne du centre des plateaux. Cet appareil n'était appliqué qu'à un spécimen portant un petit nombre de broches;

Un appareil à faire les grosses bobines de préparation pour la laine ou le coton. Le boudin à répartir sur les bobines est placé sur un pivot ordinaire, et on place dans la machine dix bobines en bois qui devront se remplir l'une après l'autre; après la mise en train de la première bobine, le travail se continue sans interruption; lorsque la bobine est pleine, une autre se met à sa place; le boudin coupé de la première bobine est rattaché sur la seconde, et ainsi de suite sans aucune intervention de la main, et le tout s'accomplit facilement par des moyens mécaniques, précis et peu compliqués.

M. *Léoni*, à Londres :

Machine à retordre, exposée pour le montage de la broche avec des crapaudines et collets en *Composition Adamas*, à base de silicate de magnésie. Il paraît que ces coussinets sont déjà employés dans la filature, où ils procurent une économie d'huile très-notable et ne produisent aucune usure de la broche. La propriété des composés de silicate magnésien d'adoucir le frottement est depuis longtemps connue; il n'y a donc rien de très-étonnant aux faits inscrits plus haut, et des essais sérieux devraient être faits sur l'emploi de cette composition.

MM. *H. Booth et C*ie, à Preston, exposaient des pièces détachées pour filature, d'une excellente exécution. La Belgique, qui possède des fers et des aciers remarquables, n'était malheureusement pas représentée dans cette industrie.

SUISSE.

MM. *Rieter et Cie*, à Winterthur, exposent un matériel complet pour filature de coton.

Tandis que la plupart des exposants s'empressent de faciliter l'étude de leurs machines, quelques exposants suisses se sont, au contraire, distingués par leur répugnance à donner des renseignements sur leurs produits, et pour tout autre que pour les jurés, l'exposition de M. Rieter et Ce était presque inabordable. Elle comprenait :

Une ouvreuse pour coton, donnant une nappe pour le batteur étaleur. En avant du cylindre alimentaire sont disposées des touches qui s'abaissent ou se relèvent, d'après l'épaisseur de la nappe, par un mouvement de renvoi; elles font varier une courroie sur un tambour conique, qui donne aux cylindres une vitesse en raison inverse de l'épaisseur de la nappe;

Batteur étaleur à un volant, construction très-ordinaire;

Carde à hérisson sur laquelle trois cylindres ont un mouvement très-lent et fonctionnent comme nettoyeurs du grand tambour;

Carde à chapeaux, à débourrage automatique, perfectionné par M. Rieter. Le débourrage agit sur chaque chapeau, prend les chapeaux numéros pairs, les uns après les autres, ensuite revient en débourrant successivement les chapeaux impairs;

Machine à réunir avec casse-mèche;

Etirage et deux bancs à broches ; self-acting à triple vitesse, système Parr, Curtis, conduit par une seule courroie. Le bâti de la têtière est d'une seule pièce.

Toutes ces machines, sauf le batteur, sont d'une bonne construction et portent presque tous les perfectionnements imaginés dans les divers pays.

Les lois suisses n'admettant pas les brevets d'invention, donnent de ce côté un grand avantage à l'industrie locale. Toutefois, les Suisses ne peuvent exporter leurs machines dans les endroits où les inventeurs ont obtenu des brevets.

M. *Buser-Kraushaar*, à Bâle :

Machine automate à peser la soie et échantillonner les bobines, qui a été enfermée à clef pendant la durée de l'Exposition.

M. *R. Honegger*, à Zurich :

Machine à titrer les soies. Dans la soie mal préparée, surtout la soie de Chine, le diamètre du fil se trouve toujours variable et donne des limites assez grandes pour en interdire l'emploi pour les étoffes soignées. La machine de Honegger a pour but de séparer une bobine de soie brute en six bobines, en classant le fil d'après son diamètre. Le mécanisme qui accomplit ce travail est excessivement ingénieux et fonctionne avec une grande sûreté. Cette machine, qui probablement sera appelée à un grand avenir, est, en tous cas, la plus ingénieuse et la plus étonnante peut-être de l'Exposition ; nous allons essayer de donner une idée de son mécanisme. La bobine est montée par sa partie inférieure ; le fil passe entre deux galets, dont l'un est fixé et l'autre est monté sur un axe légèrement excentré . l'axe du galet excentré porte une forte aiguille, quand le diamètre du fil augmente ou diminue. Le galet excentré est forcé de faire un petit mouvement angulaire, pour que la distance entre sa circonférence et celle du galet fixe soit juste le diamètre du fil; l'aiguille placée sur l'axe du galet prend donc une certaine position. Les deux galets sont montés sur une pièce qui oscille dans le sens vertical, et l'aiguille, qui a aussi l'oscillation verticale, vient, suivant sa position donnée par le diamètre du fil, arrêter un guide-fil qui se meut devant six bobines enfilées sur le même axe horizontal. Le guide-fil conduit donc

continuellement le fil d'une bobine à l'autre, selon son diamètre; quand les bobines sont pleines, on coupe les fils qui les unissent ensemble, on dévide et on rattache les fils.

Cette machine, d'une marche satisfaisante et bien construite, résout simplement un problème très-complexe.

SAXE.

M. *Richard-Hartmann*, à Chemnitz, expose, pour le travail de la laine cardée :

Une carde à avant-train, à alimentation à la main, tambour et cylindres, excepté les volants, en fonte. Cette carde a l'arbre de l'alimentation Apperley. Le boudin est conduit et étendu sur le tablier de la seconde carde; cette seconde carde fileuse est à un peigneur, et deux peignes à mouvements alternatifs enlèvent les boudins qui sont frottés par un système de cylindres d'un mouvement très-doux;

Un bon métier à filer self-acting de 180 broches. Ce métier est à trois vitesses, données par trois courroies motrices : première, jetée de boudin, 2me étirage, 3me torsion supplémentaire; les tambours qui commandent les broches sont horizontaux.

Pour filature de lin :

Grande carde à étoupe, cylindre en fonte, trois peignes à mouvements alternatifs, par un mécanisme unique. Les peignes étant tous reliés ensemble par des bielles, et le mouvement d'un peigne se communiquant aux deux autres, chacun des peignes donne trois rubans, soit en tout neuf rubans;

Étaleurs, gills, banc à broches, continus.

Dans cette exposition, les machines ont toujours fonctionné à vide. Les cardes n'étaient pas garnies.

Les concurrents belges, anglais, français, cardaient, filaient et produisaient le drap à l'Exposition; ils donnaient ainsi toute facilité pour l'appréciation des machines; du reste, toutes les machines de la maison Hartmann sont d'une excellente construction, surtout celles pour le travail de la laine.

LVIe CLASSE.

L'Angleterre seule a fourni une exposition complète et intéressante de métiers à tisser. On peut diviser les appareils exposés par elle en trois classes distinctes : la première classe comprend les métiers à tisser le drap pour vêtements d'homme ; la seconde, les métiers spécialement disposés pour l'article robes, et la troisième, ceux pour le tissage des calicots, velours de coton, toiles de lin, cotonnettes, etc.

Dans la 1re classe figuraient deux métiers :

Le premier, envoyé par MM. *Platt frères et Cie*, de Oldham, est de grande largeur. Il travaille avec plusieurs navettes et peut lancer des duites impaires ou paires, suivant les cartons d'un dessin, lesquels fonctionnent à une extrémité du métier. Les lames montent et baissent de la même manière, par le jeu d'autres cartons placés à l'extrémité opposée. Le nombre des lames peut être porté à 23, ce qui permet de varier considérablement les dessins. Ce métier nous paraît fort bien étudié dans tous ses détails et d'une construction soignée.

Un deuxième métier de grande largeur, construit par MM. *William Smith frères*, de Hegwood, diffère peu du précédent. Il est également disposé pour tisser des duites paires ou impaires. Les lames, dont le nombre peut varier de 2 à 24, se meuvent par le moyen d'une petite armure Jacquard, placée à un bout du métier et munie de cartons en bois. Le change-

ment des navettes est produit par un mouvement spécial d'engrenages de cônes et de cartons en fer.

Cette machine est bien construite, et, comme celle de MM. Platt, mérite l'attention de nos fabricants de drap.

La 2me classe, formée des métiers à tisser l'article robes, nous fournit un plus grand nombre de spécimens.

Nous citerons, en première ligne, ceux qui nous ont le plus frappé par le fini du travail, la bonne disposition de tous les organes et par leur rapidité exceptionnelle.

Nous commencerons donc par M. *G. Hodgson*, de Bradford, qui n'a pas craint d'exhiber un métier pour tissus unis, produisant l'article orléans, avec une vitesse de 360 à 380 duites à la minute.

Le second métier de M. Hodgson est à boîte circulaire, dite révolver, à 6 navettes et 5 couleurs. Ce métier bat 200 duites à la minute et change les navettes pendant la marche.

L'exposant nous assure qu'il peut atteindre 240 duites dans le même espace de temps; c'est beaucoup et peut-être sans précédents pour un métier revolver.

Le même constructeur expose un troisième métier revolver, surmonté d'une armure système Jacquard, pour laquelle il a pris un brevet. La disposition ingénieuse et nouvelle de cette armure permet que les lames, qui sont au nombre de 2 à 16, s'élèvent et s'abaissent par le même mécanisme qui détermine le changement des navettes dans la boîte circulaire; de sorte qu'un seul jeu de cartons percés selon le dessin que l'on veut produire, fait l'office des deux appareils dont nous parlions tantôt. Cette innovation permet ainsi de tenir levées une ou plusieurs lames, pendant que le métier bat à volonté 2, 3, jusqu'à 20 duites, ce qui est avantageux dans la fabrication des articles façonnés. Nous remarquons aussi que la monte et la baisse des lames se font par un excentrique ordinaire, sem-

blable à celui qu'on emploie pour les tissus orléans ou d'alpaga. Ce mécanisme permet de changer les dessins sans frais nouveaux, et de lisser sur le même métier les crêpés, le barége, etc.

Un quatrième métier, également à revolver, tisse des flanelles écossaises en carreaux, à 6 navettes. Le tissu est en laine cardée, chaîne et trame. Les boîtes des revolvers ont des dimensions plus fortes, ce qui permet de se servir de navettes et par conséquent de cannettes d'un plus grand diamètre. Cet avantage sera suffisamment apprécié par le tisserand qui emploie pour trame la laine cardée.

En résumé, l'exposition de M. Hodgson nous paraît très-complète, et lorsque les quatre métiers fonctionnent à leurs vitesses respectives, on est étonné de voir la perfection à laquelle est arrivé ce constructeur.

Viennent ensuite MM. *Leeming et fils*, de Bradford, qui ont envoyé trois métiers à tisser.

L'un paraît être une application du même procédé par lequel, dans le tissage à la main, on tisse des fleurs en soie sur l'endroit du tissu orléans ou toile; c'est l'appareil appelé battant brocheur automatique et, en anglais, *swimel loom*. Ce sont les 8 petites bobines fixées contre le peigne qui font les fleurs superposées au tissu; le mouvement Jacquard, qui surmonte le métier, lève un certain nombre de fils, qui sont traversés par les petites navettes contenant le fil coloré. Cette application est très-bien faite, à en juger par le tissu produit.

Le second métier est un revolver ordinaire, tissant des carreaux avec une vitesse de 180 duites à la minute. Un mouvement spécial tourne la boîte revolver; il se peut que, dans la pratique, on s'en soit bien trouvé, mais il nous a paru un peu compliqué. L'arrêt de ce métier se fait avec plus d'instanta-

néité, par suite d'une double friction appliquée à la poulie du frein.

Le troisième métier est aussi un revolver, avec montage Jacquard semblable aux précédents, sauf une modification qui peut avoir son importance; elle consiste à imprimer à la boîte tournante un mouvement tel, qu'il permet, au besoin, de sauter 7 couleurs à la fois

L'opinion du jury a été très-favorable à ces constructeurs.

MM. *G. Hattersley et fils*, de Keighley, présentent quatre métiers, dont deux tissent des duites impaires.

La construction de ces derniers est fort bonne; mais nous n'avons pu les observer pendant un temps assez long pour être fixés sur la continuité et la régularité de leur marche.

Le troisième métier des mêmes exposants est un revolver à 6 navettes, très-bien achevé. Nous y remarquons un système de serre-boîte que nous n'avons rencontré à aucun autre métier, ainsi qu'un encliquetage en communication avec la fourchette, casse-fil, destiné à arrêter la marche de la chaîne sans fin, ou card-moteur. Ensuite, un autre mouvement, qui n'est pas sans utilité, arrête le métier, lorsque par une cause quelconque le taquet reste dans la boîte du battant.

Le quatrième est un métier étroit, tissant des tissus de 58 centimètres et battant 300 duites à la minute.

MM. *Sowden et Stephenson*, de Bradford, exposent trois métiers.

Le premier est un revolver à 6 navettes, qui fait de la toile à carreaux.

Le second tisse de la toile ordinaire unie.

Le troisième est un revolver à 12 compartiments ou boîtes. Il se peut qu'il y ait avantage à l'emploi des 12 navettes réunies, mais il est possible que le poids aussi excessif d'un pareil nombre de navettes nuise au travail utile qu'on peut

obtenir de ce métier. Une mécanique Jacquard, mue par une bielle, le surmonte, et un mécanisme déclinchant le peigne lorsque la navette reste à mi-chemin, nous paraît d'une bonne conception.

Pour terminer cette classe, il nous reste à mentionner les métiers construits par MM. *Keighley et Cie*, de Bradford.

Le métier-uni et le revolver à 6 navettes ne présentent aucun caractère distinctif, et dans le troisième, destiné à laisser des duites impaires, l'action des fourchettes à trame nous paraît très-incertaine. Il en est de même du système qui lance la navette, autrement dit, les coups de chasse. Les deux bras frappent simultanément des deux côtés ; mais nous ne voyons d'effet utile que dans celui qui imprime le mouvement à la navette ; le travail de l'autre se fait en pure perte. Nous eussions voulu dissiper nos doutes sur l'utilité de cette innovation; il est regrettable que les opérations du jury ne nous aient pas permis de consacrer plus de temps à son examen.

Parmi les constructeurs de la troisième classe, nous citerons, en première ligne, MM. *Howard et Bullough*, d'Acrington. C'est à ce dernier, inventeur infatigable, que l'industrie du tissage mécanique doit de si grands perfectionnements. Au nombre de ses plus belles découvertes, on peut citer le *casse-trame,* ce mécanisme si simple, dont l'application est aujourd'hui universelle.

Le métier présenté par cet exposant essaye de corriger, par une disposition toute nouvelle, un des plus grands inconvénients du tissage à la mécanique: l'arrêt forcé, après la rupture du fil de trame ou l'épuisement de la cannette. Il n'y aurait donc plus aucune entrave à la marche continue du tissage, s'il ne fallait renouer les fils de la chaîne à mesure qu'ils se rompent. La solution que M. Bullough a donnée à cet important problème est digne de remarque. Au côté gauche du battant,

près de la déclinche, se trouve une boîte ouverte sur le devant et construite de manière à pouvoir superposer, tout en marchant, 10 et même 12 navettes. Le métier battant 180 duites à la minute, il va de soi que chaque navette est pourvue à l'avance d'une cannette; il y a donc un approvisionnement assez considérable pour ne pas avoir à le renouveler constamment. Du côté droit du battant est placée une deuxième boîte, de telle façon qu'elle maintienne la navette aussi longtemps que la cannette est pourvue de fil, mais qui rejette la navette hors du métier, dès que le fil de trame est cassé ou que la navette est vide. La fourchette, d'ordinaire en communication directe avec une déclinche qui fait passer la courroie de la poulie fixe à la poulie folle pour arrêter le métier, n'agit ici que sur les deux boîtes dont nous venons de parler. Dans celle de droite, la navette est retenue par un levier qui s'écarte pour la laisser sortir dès que le fil de trame est rompu et instantanément la première des navettes pleines, contenues dans la boîte de gauche, descend et vient prendre la place de celle qui est hors de service. En un mot, la fourchette sert ici au remplacement des navettes, tandis que partout ailleurs c'est elle qui doit arrêter le métier. On le voit, cette construction si simple révèle cependant une idée ingénieuse; le jury l'a hautement appréciée.

Nous ne pouvons néanmoins négliger de faire une objection qui mérite l'attention sérieuse de l'inventeur.

Lorsque le fil de trame casse dans le milieu de son parcours, le métier continuant à battre et une nouvelle navette sortie de la boîte à provision, arrivant sur-le-champ, l'ouvrier n'a pas le temps de retirer le bout de duite cassé. Il y a donc forcément irrégularité dans le tissu, et si deux fils de trame de suite se rompent au même endroit, il y aura dans le tissu une barre fort apparente.

Les deux métiers de MM. *Cook et Hacking*, de Bury, qui servent, l'un à tisser le calicot, l'autre à tisser les carreaux à boîtes montantes en coton et en laine, marchent bien et leur construction est très-satisfaisante. Au moyen d'un mouvement fort simple, ils détissent à la mécanique les duites faites en pure perte. Leur mouvement à détendre les lames a aussi une certaine utilité.

M. *Robert Hall*, à Bury, présente un métier à boîtes montantes, pour faire les carreaux; mais leur chaîne sans fin avec pédale, d'une longueur plus qu'ordinaire, permet de varier davantage les dessins ou de faire un plus grand nombre de carreaux de dimensions différentes.

Il expose aussi un métier à tisser le velours de coton.

Ces deux machines travaillent bien.

L'exposition de MM. *William Smith et frères*, à Haywood, consiste en un métier à tisser le velours de coton, et en un autre disposé pour le calicot.

Ce dernier métier est surmonté d'une mécanique Jacquard et d'un système qui, par son ascension et sa descente, contre-balance les poids en plomb. Il bat 160 duites à la minute.

Un troisième métier, présentant une largeur de 2^{m},60 dans le peigne, marche à raison de 60 duites par minute. Le battant renferme de chaque côté 3 navettes, et 2 fourchettes arrêtent le métier, de quelque côté que la trame se rompe. Ce battant peut donner 2 coups de navette dans chaque sens, et l'essieu coudé est remplacé par un plateau excentrique qui laisse un temps plus long au passage de la navette.

Comme le métier de MM. Cook et Hacking, il peut détisser à la mécanique.

MM. *Parker et fils*, de Dundee, exposent :

Deux métiers à tisser la grosse toile de coton et la toile à voile, fil de lin ou d'étoupe. Le déroulement de la chaîne se

fait par un mouvement de compression produit par 3 rouleaux, et l'enroulage des tissus s'effectue par un mouvement différentiel.

Une encolleuse et une machine à faire les cannettes font également partie de cette exposition, qui a eu bon nombre de visiteurs.

MM. *Urquhart, Lindsay et C*ie, de Dundee, poursuivent, quant aux métiers à tisser, le même but que MM. Parker et fils, et leurs expositions ont quelque analogie. Nous croyons toutefois que la simplicité du mécanisme rend les appareils de ces derniers préférables.

Nous n'avons pu donner, dans cet aperçu succinct des appareils de la 55me et de la 56me classe, qu'une analyse des nouveautés principales. Les machines de ces catégories sont des plus compliquées que la mécanique possède, et il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'en faire une description intelligible, sans l'appuyer sur des plans ou dessins. Aussi ne nous sommes-nous attaché qu'à donner une idée générale du système des machines exposées, et avons-nous dû omettre de citer une quantité de perfectionnements dans les divers détails de leurs organes.

Au reste, si dans les machines destinées à la filature et au tissage, il ne s'est pas produit, à l'Exposition Universelle de 1867, une de ces inventions destinées à opérer une révolution radicale dans ces industries, il ne faudrait pas en conclure qu'elles soient restées stériles.

Les appareils employés ont été, au contraire, l'objet de recherches approfondies de la part des constructeurs.

Un grand nombre de perfectionnements y ont été introduits. Tous se sont appliqués, et plusieurs avec grand succès

à réduire la main-d'œuvre par la construction de machines d'une surveillance plus facile; à augmenter et améliorer la production, et enfin, nous considérons ceci comme leur principal mérite, à n'exhiber que des machines que l'ouvrier puisse conduire facilement, sans s'exposer à des dangers en les arrêtant ou en les graissant, et sans que la poussière ou la position que le travail l'oblige à prendre, puisse altérer sa santé.

A tous ces points de vue, les machines de ces deux classes qui figurent à l'Exposition de 1867, révèlent sur celles des Expositions précédentes, d'incontestables progrès.

Gustave Scribe.

CLASSE LIX.

MATÉRIEL ET PROCÉDÉS DE LA PAPETERIE, DES TEINTURES ET DES IMPRESSIONS.

COMPOSITION DU JURY.

Charles Laboulaye, ancien fabricant, membre du jury international de 1862, *président*	France.
F. Normand, ancien constructeur mécanicien, *rapporteur*. .	Id.
Auguste Doumerc, directeur des papeteries du Marais de Sainte-Marie, *secrétaire*	Id.
Le chevalier **François Wertheim**, vice-président de la chambre de commerce, *vice-président*	Autriche.
Wyndham B. Portal, Esq.	Grande-Bretagne.
Suppléant : Rev. **W. H. Brookfield**	Id.

MACHINES ET MÉCANIQUES (1).

Machines à imprimer. — De notables progrès ont été réalisés, en ces dernières années, dans la construction des mécaniques à imprimer.

On sait que l'invention de ces machines admirables et si ingénieuses est due au Saxon Fr. Kœning, qui, associé dès 1807 au mécanicien Bauer, de Stuttgard, réussit, après trois ans de tâtonnements, à achever sa première presse mécanique.

---

(1) Ce travail a été détaché du rapport sur l'industrie typographique, fait par M. J. Dauby, et inséré au tome Ier, classes VI et VII, p. 303-357.

La pression de cette presse, qui servit dès le mois d'avril 1811, à imprimer le *Manuel Register*, de Londres, se faisait comme aux presses à bras, par une platine; mais toutes les autres fonctions s'accomplissaient par la machine elle-même, comme la prise d'encre, sa distribution, la touche de la forme, etc. Déjà, dans cette machine primitive, le travail de main d'homme se réduisait à marger la feuille et à la recevoir. Elle tirait au plus 800 à l'heure.

La deuxième presse mécanique (1812) donna la solution définitive du problème : la pression cylindrique. Deux autres presses à deux cylindres furent fabriquées dans l'année 1814, et c'est sur l'une d'elles que l'on tirait, le 29 novembre, pour la première fois, le journal le *Times*.

L'invention avait eu un succès éclatant; les commandes arrivaient de tous côtés, et toujours on perfectionnait. Dès 1816, on construisait les premières presses dites *à retiration*.

Ces premières machines ont fixé définitivement le système. Depuis cinquante ans, on a amélioré, simplifié, augmenté la puissance, réglé les détails, mais tous les procédés fondamentaux sont restés ceux de Kœning et de Bauer, dont nous retrouvons les successeurs à l'Exposition universelle.

Aidé des lumières d'un camarade spécialiste qui nous accompagnait dans cette partie de notre visite, et plus encore de celles de l'excellent conducteur M. Motteroz, à qui le journal l'*Imprimerie* doit ses meilleurs articles sur cette partie importante du matériel typographique et que nous prenons pour guide, nous avons pu examiner avec fruit les différents mécanismes des machines exposées et dont plusieurs fonctionnaient avec une admirable précision.

La France et l'Allemagne sont les deux seuls pays qui aient fait une exposition sérieuse de mécaniques à imprimer.

Quoique incomplète, comme le dit M. Motteroz, la collec-

tion des machines à imprimer, contenue dans le Palais du Champ-de-Mars, est aussi curieuse qu'instructive. Ce qui frappe d'abord dans les expositions allemande et française, les seules sur lesquelles on puisse porter un jugement d'ensemble, c'est, d'un côté, la persistance des Allemands à ne vouloir fabriquer que des machines en blanc, et, de l'autre, celle des Français à produire de grandes variétés de machines doubles.

Les machines en blanc allemandes, qui sont au moins aussi bien construites que les machines françaises, gardent toujours la même forme et les mêmes mécanismes compliqués. Les machines françaises qui, au contraire, ont eu dès l'origine des dispositions plus commodes et plus expéditives pour le travail, ce qui les a fait préférer en Belgique, où on en compte un grand nombre, sont devenues plus simples encore, tout en donnant de nouvelles facilités à l'impression.

Nous ne nous occuperons pas des machines doubles qui, à l'exception des journaux, ne peuvent guère être employées ici avec avantage, à cause du peu d'importance des tirages, et nous nous en tiendrons à l'examen des machines en blanc.

Les machines de cette espèce construites en France, en Angleterre et en Belgique, qui sont plus simples que les machines allemandes, leur sont cependant inférieures sur un point très-important : les machines prussiennes et bavaroises n'ont pas de supports, et elles ne papillotent pas, malgré l'absence de cette partie si nécessaire dans les autres machines.

Le bridage des cylindres, qui est l'un des moyens toujours employés pour supprimer ou atténuer le frisement ou papillotage, est une cause de continuelle fatigue pour la machine et de dépense inutile de force motrice. Il y a là un problème à résoudre qui mérite la plus sérieuse attention des mécaniciens.

Nous n'avons eu occasion d'examiner qu'une seule machine de construction anglaise : elle comportait deux améliorations

que nous n'avons pas rencontrées dans les autres systèmes : d'abord, la position des bandes placées exactement au-dessous des supports, qui empêche toute déviation du marbre lorsqu'on descend ou qu'on bride le cylindre; ensuite, l'application d'une crémaillère jointe aux supports du marbre. Cet appendice sert à arrêter sous presse, très-vite et avec la plus grande solidité, les formes les plus grandes aussi bien que les plus petites. Lorsque la forme est à l'endroit qu'elle doit occuper, on place le plus près possible du châssis, une barre de fer qui traverse le marbre et s'engage de chaque côté dans la crémaillère : deux coins suffisent alors pour fixer la forme, et l'on évite ainsi les accidents parfois si graves qu'occasionnent les cales qui s'enlèvent pendant le tirage. Ajoutons toutefois que les nouvelles cales en fonte de M. Boëldieu, dont nous parlerons plus loin et qui sont maintenant construites par l'un de nos mécaniciens, M. Jullien, obvient dans une mesure satisfaisante aux inconvénients que présentent généralement les cales en bois.

Le mérite des machines françaises et des machines allemandes est incontestable, et elles fixent à juste titre l'attention de tous les typographes; mais quant à l'originalité, nous devons une mention spéciale à la presse *Liberty*, de provenance américaine. Comme force motrice, elle n'exige le concours que d'un seul homme, qui est en même temps margeur et receveur, et qui fonctionne autant des pieds que des mains.

La construction de cette presse curieuse ne ressemble à aucune autre : c'est un marbre et une platine placés verticalement, comme un moule à clicher au moment où l'on coule le plomb. Ces deux pièces principales sont liées par une chaînière, et elles s'écartent dans le haut en forme de V très-ouvert, pour laisser mettre la forme sur le marbre et le papier sur la platine; le mouvement de la pédale, imprimé par le pied de l'ouvrier, fait rejoindre la platine et le marbre dans le haut

du V. L'impression a lieu au moment où ces deux pièces, devenues parallèles, appuient l'une sur l'autre. L'encrage est fait par de tout petits rouleaux toucheurs, qui passent sur la forme pendant les mouvements que le marbre fait pour s'éloigner et se rapprocher de la platine. Une table ronde, qui tourne constamment, est adaptée à la platine. Les mouvements de la table, combinés avec ceux des toucheurs, suffisent à la distribution. Un encrier ordinaire domine le tout.

Ajoutons toutefois que cette presse n'est bonne qu'à tirer de petits bilboquets, et qu'indépendamment de son mode vicieux d'encrage qui ne permet pas de régler la couleur comme dans les presses mécaniques ordinaires, elle nous paraît d'une application tout à fait impossible aux grands formats, dans les conditions économiques indiquées ci-dessus.

Aux détails que nous avons donnés quant à la presse anglaise, nous devons ajouter que, dans cette presse, on a supprimé entièrement les cordons, ainsi que la pointure, et que le receveur doit prendre la feuille directement sur le cylindre comme aux machines lithographiques, ce qui ne laisse pas que de présenter de sérieux inconvénients.

Nous avons remarqué avec plaisir que l'un de nos meilleurs constructeurs, M. Jullien, de Bruxelles, est bravement entré en lice avec une machine en blanc, fort remarquable par sa bonne et solide exécution, la simplicité de ses rouages et son prix avantageux. La réputation de M. Jullien commence à s'établir sérieusement en Belgique. Nous servant depuis plusieurs années de ses excellentes presses, nous devons lui rendre le témoignage que cette réputation est légitimement acquise et nous osons croire qu'elle ne fera que s'étendre.

C'est avec un vif intérêt aussi que nous avons vu fonctionner la machine de MM. Kœning et Bauer, véritable bijou pour l'impression à deux couleurs. Cette machine était

acquise par l'imprimeur des chemins de fer, M. Chaix, au prix de 9,000 francs. Elle est construite d'après les principes des machines du mécanicien français Dutartre, et comprend les dispositions suivantes :

Le marbre est divisé en deux parties, sur chacune desquelles le cylindre fait un tour complet. On place sur le premier marbre une forme contenant tout ce qui doit être imprimé d'une même couleur, et sur le deuxième marbre une seconde forme qui contient les types à imprimer avec une couleur différente. De chaque côté du cylindre, il y a un système d'encrage qui ne touche qu'une forme. Quand la machine est en marche, le cylindre fait deux tours pendant que les marbres vont de l'avant à l'arrière. Au moment où le cylindre fait ses révolutions, il prend une feuille blanche et l'imprime d'une couleur sur la première forme, à son premier tour; puis, sans s'arrêter et sans lâcher la feuille, il l'imprime avec une seconde couleur, sur la forme suivante, en faisant son deuxième tour; après quoi, il abandonne la feuille.

Ce nouveau système, qui n'a pas été encore sérieusement mis en œuvre, est appelé à avoir un très-grand succès dans certaines imprimeries et particulièrement dans celles où l'on s'occupe de livres de liturgie et de prières pour les encadrements en couleur et la chromo-typographie. Toutefois, le prix élevé de ces machines sera un obstacle sérieux à leur généralisation, surtout dans les ateliers de province.

Dans les machines de MM. Kœning et Bauer, le mouvement est transmis au marbre par une bielle et deux engrenages placés horizontalement. C'est à ce mécanisme, très-supérieur à ceux des presses françaises, belges et anglaises, que les machines allemandes doivent la douceur de leur mouvement de va-et-vient, et l'absence de ces secousses si désagréables qui caractérisent la plupart de leurs concurrentes.

Nous devons aussi une mention flatteuse à la machine en blanc de M. Hummel, de Berlin, qui a su heureusement combiner les systèmes français et allemand, et qui arrivera à de meilleurs résultats encore, lorsqu'il aura diminué le diamètre de ses rouleaux.

N'oublions pas enfin, parmi les perfectionnements qu'accusent les machines allemandes, un ingénieux appareil que nous avons vu adapté à l'une d'elles, et qui consiste dans deux petites vis mobiles, fixées à la raquette-receveur. Par leur disposition, elles permettent de retenir le moindre carré de papier et de le faire déposer sur la table, avec la régularité d'une grande feuille.

Nous n'insisterons pas sur les mécaniques exposées par MM. Dutartre, Alauzet et Marinoni. Les presses de ces constructeurs français sont depuis longtemps connues et appréciées en Belgique. Mais nous devons une mention spéciale aux belles machines typo-lithographiques dues à MM. Alauzet et Voirin, de Paris, qui réalisent un progrès considérable pour les établissements mixtes.

Avant de clôturer cette nomenclature, nous devons dire quelques mots de la machine à cartes de visite, qui a eu le privilége de fixer particulièrement l'attention des visiteurs de l'Exposition universelle de Paris, émerveillés de voir imprimer sans encre.

On est tellement habitué à l'idée qu'il faut avoir recours aux rouleaux distributeurs d'un vernis visqueux pour noircir préalablement les caractères en relief, qu'on ne regarde pas sans méfiance le petit appareil exposé par M. Leboyer, en se demandant par quel sortilége l'impression vient se dessiner instantanément sur le carton, en noir, en rouge ou en bleu.

L'opération se passe, du reste, si rapidement qu'il serait

impossible de se rendre compte du procédé, si l'inventeur ne démontrait lui-même sa machine et ne racontait comment il a été conduit à la créer. Le travail de la carte de visite arrive à une seule époque de l'année, dans la quinzaine qui précède le jour de l'an. M. Leboyer, imprimeur à Riom (France), chercha le moyen d'abréger autant que possible l'exécution des commandes pour satisfaire l'impatience de ses clients. Il se posa d'abord le problème de supprimer l'encrage, qui demande toujours un temps assez long, surtout dans les presses à bras.

Pour le remplacer, il imagina de tendre entre le caractère et le carton un papier préparé sur une de ses faces avec une matière colorante sèche, se reportant par la pression du caractère sur la carte; il fallait cependant qu'elle fût assez adhérente au papier pour ne pas s'en détacher au simple contact, et par conséquent ne pas maculer et tacher le carton autour de l'impression.

L'inventeur a été cinq ans environ avant de trouver une solution satisfaisante; mais ses recherches ont réussi, et la petite machine qu'il exposait fonctionnait parfaitement. A l'une des extrémités de l'appareil, on place les petits carrés de carton destinés à recevoir le nom et l'adresse; deux cordons sans fin, mus par une petite roue à main qu'un enfant peut faire mouvoir, entraînent les cartes l'une après l'autre, et les font passer entre un composteur, dans lequel ont été serrés les caractères à imprimer, et une platine se mouvant verticalement de haut en bas.

Au-dessous de la carte et au-dessus des caractères passe le papier préparé, dont la force colorante, tournée en haut vers la carte, se meut lentement, conduite par un engrenage relié avec les autres agents de la machine. La pression très-légère de la platine suffit pour imprimer les lettres, mais elle

n'est pas assez forte pour qu'il y ait le moindre foulage, de sorte que le léger papier, remplaçant l'encre, n'est pas troué par les types. En moins de deux minutes, cent cartes sont tirées très-proprement et livrées au client. C'est tout simplement merveilleux, même pour les personnes de la profession.

La machine de M. Leboyer a $0^{m},65$ de longueur, $0^{m},30$ de large et $0^{m},45$ de haut, en y comprenant le volant; elle coûte 800 francs avec ses accessoires. En employant, au lieu de papier préparé, une étoffe pour porter la couleur d'encrage, l'inventeur espère, d'après son système, combiner une presse qui pourrait être livrée à très-bon compte, tiendrait peu de place, demanderait une force minime et tirerait un très-grand nombre d'exemplaires. L'idée a le grand mérite d'être entièrement neuve et de ne procéder d'aucun autre système d'impression. Nous ajouterons que sur une même forme, la presse à cartes de visite peut donner, dans une journée de dix heures, 50 à 60 mille tirage, chiffre réellement prodigieux.

Machines à composer et à distribuer. — « La machine à composer est une de celles qui excitent à juste titre le plus d'intérêt aux expositions universelles. Le mouvement des caractères venant se ranger dans l'ordre voulu, à la volonté de l'ouvrier, sans qu'il paraisse y toucher, semble quelque chose de merveilleux; et cependant, il s'agit là d'une invention assez ingrate, car les conditions mêmes du problème ne permettent pas d'espérer un résultat profitable. En effet, l'avantage qu'offre l'emploi des machines consiste dans la possibilité de produire automatiquement ou à bien peu près, par le seul jeu d'un moteur à vapeur ou d'une roue hydraulique, des fabrications qui exigeaient avant leur invention un travail manuel considérable, et d'obtenir ainsi, relativement aux prix antérieurs, des économies très-notables, de réduire la dépense souvent à un centième, à un millième du prix ancien. On ne

saurait attendre un pareil résultat des machines à composer. La lecture du manuscrit que le compositeur doit reproduire étant essentiellement une œuvre intellectuelle, l'intervention du travail de l'ouvrier ne peut être supprimée, et le problème ne comporte qu'une abréviation du temps peu considérable qu'il emploie à lever la lettre. Une faible réduction dans la dépense, répondant à une partie seulement du travail que doit faire le compositeur, compenserait-elle les frais d'achat et d'entretien de cette machine compliquée ? »

Cette appréciation, faite par M. Laboulaye, à propos des machines à composer qui figuraient à l'Exposition universelle de Londres de 1862, peut être appliquée presque à tous égards à celles qui ont été exposées à Paris en 1867, et l'on peut dire qu'au dernier point de vue, le problème reste toujours ouvert.

Cependant, les efforts tentés dans ce domaine ne sont pas moins dignes d'attention de la part des hommes du métier.

Nous nous sommes attachés surtout à l'examen de la machine à composer de MM. Delcambre, Cruys et Cie, de Bruxelles. Cette machine est une sorte de piano-type d'un travail très-curieux, avec clavier alphabétique. Le cône est formé de deux rondelles de rayons différents, situées dans des plans perpendiculaires à l'axe du cône, et présentant des entailles en nombre égal, dans lesquelles se fixent des réservoirs en métal; à la partie inférieure, ces réservoirs correspondent à une partie pleine du cercle, ménagé de façon à supporter la colonne de lettres; à chaque réservoir est adapté un petit levier horizontal, mobile autour d'un axe vertical; ce levier est maintenu dans sa position par un arrêt fixe et un ressort; lorsqu'on presse horizontalement sur ce levier, il chasse la lettre qui se trouve en regard, sur un sifflet ménagé dans la couronne du disque inférieur, qui présente des parties évidées pour laisser choir les lettres que les leviers expulsent

vers des parties pleines sur lesquelles elles reposent; de là les lettres s'écoulent sur un plan incliné, par le moyen d'une rigole qui, à la partie inférieure, se termine en éventail.

Rien de plus curieux que de voir les types parcourir les serpentins du plan incliné. Les lettres ayant toutes un chemin égal à faire dans le cône et y étant appelées tour à tour, il n'y a jamais encombrement ni enjambement à redouter. Lorsque, par une cause quelconque, un encrassement, par exemple, une lettre se trouve arrêtée dans un serpentin, un ingénieux système de sonnerie avertit immédiatement l'ouvrier de cette irrégularité.

Cette machine, qui fait réellement honneur au génie inventif de M. Delcambre, qui en a fait la grande affaire de sa vie, est du prix relativement modéré de 1,500 francs. Elle exige le concours de deux personnes : l'une qui se place au clavier, l'autre au composteur et qui est chargée de justifier les lignes, plus un troisième ouvrier, attaché à l'appareil à distribuer, qui range les caractères dans un ordre déterminé pour le placement dans les réservoirs, appareil dont le prix est de 600 francs et qui se fait également remarquer par ses dispositions ingénieuses.

Nous n'avons pu nous rendre un compte exact du résultat pratique que présente la machine à composer. Fonctionnant bien sur un ouvrage ordinaire, elle nous paraît, avec ses aides, pouvoir faire l'ouvrage de deux ou trois paquetiers habiles. Mais, à part les difficultés inhérentes aux grimoires que la généralité des auteurs fournissent sous prétexte de manuscrits et qui doivent diminuer singulièrement les avantages automatiques de l'appareil, il y a celles de l'italique, des petites capitales et d'une foule de signes que ne comportent pas les réservoirs. En outre, il faut une machine spéciale pour chaque corps de caractères. Tous ces inconvénients inhérents aux opé-

rations de la composition font que le problème de l'économie semble encore loin d'être résolu. D'ici à longtemps, pour toujours peut-être, la main du compositeur habile est destinée à faire une concurrence redoutable au génie de l'inventeur. Quoi qu'il en soit, rendons-lui un sincère et éclatant hommage pour avoir réalisé une conception si difficile et si ingénieuse, œuvre dans laquelle ont succombé l'habile mécanicien Gambert et le Danois Sorrenten, ses infortunés, mais célèbres prédécesseurs.

Machines à ligner. — L'Exposition renfermait plusieurs machines à ligner. Le système le plus nouveau et le plus ingénieux que nous avons eu l'occasion de remarquer, est celui réalisé par MM. Klein, Forst et Bohn, de Johannisberg, qui permet d'imprimer et de ligner tout à la fois dans des conditions exceptionnelles de rapidité et de bonne exécution. Toutefois, cet appareil nous a paru si compliqué, que nous doutons qu'il puisse aisément pénétrer dans les ateliers même d'une certaine importance.

Nous croyons, en outre, que les nombreux disques déposés sur le cylindre et qui caractérisent le système, doivent entraîner une perte de temps considérable lorsque l'un d'eux se dérange, et que l'inconvénient de ne pouvoir, pour certains travaux, limiter la réglure, fera, de longtemps encore, donner la préférence aux machines à ligner actuellement connues. Les machines typographiques à deux couleurs, de M. Dutartre, nous semblent pouvoir remplir avec infiniment plus de succès le rôle spécial qu'assignent MM. Forst et Cie à leur appareil à ligner.

USTENSILES TYPOGRAPHIQUES.

Nous n'avons pu accorder qu'un regard rapide aux ustensiles typographiques qui figuraient à l'Exposition universelle.

En dehors de l'outillage de la stéréotypie et de la galvanoplastie, dont nous nous occuperons tout à l'heure, ces ustensiles étaient relativement peu nombreux. Rien n'est changé dans la forme du composteur, du visorium, ni de la pince. Aucune amélioration saillante non plus ne s'est accomplie quant à la casse, dont deux types nouveaux seulement étaient représentés à Paris, l'un de M. Serrière, de cette ville, l'autre de M. Welsh, de New-York.

A propos de casse, nous émettons l'espoir qu'un modèle uniforme puisse être adopté en France et en Belgique, afin d'éviter les inconvénients nombreux que présente la variété de combinaisons qui existe aujourd'hui et qui est des plus préjudiciables à l'ouvrier et au bon ordre dans l'imprimerie.

L'exposition la plus remarquable était celle de M. Boëldieu, constructeur mécanicien à Paris, qui s'occupe avec un incontestable succès de l'outillage typographique. Parmi les nouveaux ustensiles de sa fabrication, nous avons remarqué ses cales en fonte pour arrêter les formes, qui ne nous semblent pas offrir les inconvénients des cales en bois généralement en usage aujourd'hui. Facilité et promptitude, sûreté contre l'enlèvement par les rouleaux, exactitude pour le registre, telles sont les qualités des nouvelles cales, dont le prix est de fr. 1-25 le kilog. Un assortiment de 16 pièces, du poids d'environ 25 kilog., nous semble suffire pour une machine ordinaire.

Nous avons examiné aussi avec intérêt ses nouveaux modèles de galées en zinc à fond mobile, destinées à la mise en pages des tableaux. Au moyen de ces fonds mobiles, il paraît qu'on peut éviter la mise en pâte, ce qui n'est pas un mince avantage dans les travaux de cette nature.

M. Mélin, de Gênes, nous offrait de nouvelles garnitures typographiques en fer galvanisé, très-ingénieuses. Ces garnitures, d'une justesse qui nous a paru irréprochable, sont

garanties contre la rouille ou l'oxydation. Elles ont l'avantage de ne jamais se fausser ou se rompre, en cas de chute ou de serrage irrégulier, et d'être d'un poids sensiblement inférieur à celui des garnitures en plomb. Nous n'avons pu obtenir de renseignements quant au prix de ces objets.

M. Marinoni, de Paris, exposait ses coins mécaniques, si sûrs et si ingénieux. Mais leur prix relativement élevé sera un grand obstacle à leur introduction dans la généralité des imprimeries. C'est ainsi que nous avons vu les ateliers les plus importants de Paris, celui de M. Ch. Lahure, par exemple, se servir encore de l'ancien mode de serrage avec biseaux et coins en bois, à cause du coût trop élevé des coins mécaniques.

Nous devons encore une mention aux galées à plan en acier, bords en bois et doublées de cuivre, exposées par MM. Trowilsch et fils, de Berlin, ainsi qu'à l'outillage de M. Weiss, de Vienne, qui nous offrait une série de galées, de casses et de composteurs fort bien faits. Nous n'avons pu nous rendre qu'un compte imparfait du coupoir du même exposant, construit en bois. La force et la justesse que cet outil exige, ne nous semblent aucunement comporter l'emploi d'une telle matière.

On nous a parlé avec faveur d'une machine à dresser les formes d'imprimerie, exposée par M. Welsh, de New-York, à qui le jury a conféré la médaille d'or. Nous regrettons vivement n'avoir pu découvrir cet appareil.

CLICHÉS ET GALVANOPLASTIE.

La clicherie ou stéréotypie date de la fin du siècle dernier. Firmin Didot, Herhan et Garnery en furent les premiers

auteurs. Ils composaient des types frappés en creux dont on faisait des pages, qu'on fixait au moyen d'un châssis sur la plate-forme d'un mouton qu'on faisait tomber sur la matière en fusion : on avait un cliché. Mais ce moyen était trop long, attendu qu'on ne pouvait corriger les fautes qu'après avoir cliché et fait épreuve. Il a été abandonné par suite de la découverte du clichage au plâtre par lord Stanhope, qui se servait du caractère ordinaire, sur lequel il prenait des empreintes. Ce procédé s'est vu à son tour surpassé par un autre plus simple, plus expéditif : le clichage au papier de M. Petin, généralement employé aujourd'hui.

Ce procédé a fait merveille. Combiné avec l'application des presses mécaniques à vapeur, il permet, par exemple, de tirer en moins de trois heures, 150,000 exemplaires du *Petit Journal*, de Paris, qui emploie 90 ouvriers et 7 machines. Il y a vingt-cinq ans, pour obtenir le même résultat, le concours de 1,600 ouvriers et de 160 presses à bras eût été indispensable!

Toutefois, il importe de le rappeler, le procédé de clichage, à part les journaux à grand tirage, n'est réellement profitable que pour certains ouvrages, tels que les dictionnaires, les livres de prières et quelques classiques. En dehors de ces travaux, les avantages de l'emploi des caractères mobiles pour le tirage sont incontestables.

L'Exposition renfermait un grand nombre de bons et beaux clichés et des spécimens de galvanoplastie, d'une réussite remarquable.

La galvanoplastie typographique française était représentée par des clichés électrotypes de M. Coblenze, de Paris. L'un de ces clichés, garni, prêt à être imprimé, était de dimensions exceptionnelles et très-bien traité sous tous les rapports.

La collection de moules et de clichés exposée par M. Ch. Derriey, de Paris, nous a paru aussi très-remar-

quable, de même que celle de notre compatriote, M. G. Smets, d'Anvers, qui est le premier clicheur belge qui se hasarde aux expositions internationales. C'est un exemple qui mérite d'être suivi. Nous comptons maintenant plusieurs établissements, et notamment celui de M. Ch. Lelong, à Bruxelles, où l'on traite très-bien le cliché et le galvano, et il serait intéressant de constater les progrès qui ont été accomplis à cet égard.

M. Morel avait envoyé au Champ-de-Mars quelques échantillons des électrotypes qu'il fabrique à Londres avec une rapidité extraordinaire, et qui sont destinés aux publications illustrées à bon marché. Tandis que les électrotypeurs sont obligés de laisser les moules dans le bain pendant 12, 24 et même 48 heures, M. Morel a découvert des procédés avec lesquels il obtient les résultats les plus satisfaisants d'un bain de 3 à 4 heures.

Parmi les clichés de bonne qualité que nous avons remarqués, nous devons aussi une mention spéciale à ceux de MM. Lehman, de Saint-Pétersbourg, Enschedé, de Harlem, Bonnewell, de Londres, et Pierer, d'Altenbourg (Prusse).

On nous avait cité avec éloge la méthode de M. Giozza, de Turin. Autant que nous avons pu en juger par les moules et clichés exposés, cette méthode consiste en une combinaison du clichage au plâtre et du clichage au papier. Les clichés fondus au moyen de ce nouveau moule, ont le précieux avantage de baisser sur les bords, au lieu de relever, comme le font, plus ou moins, les clichés au papier. C'est un notable progrès.

L'outillage pour galvanoplastie et stéréotypie était assez nombreux au Champ-de-Mars. Indépendamment des machines à clichés concentriques de MM. Foucher et fils, nous avons remarqué surtout l'outillage spécial exposé par M. Boëldieu et par M. Derriey, qui comportait diverses améliorations

de détail que nos connaissances bornées dans cette partie ne nous ont pas permis d'apprécier suffisamment.

Parmi les nouveaux procédés qui rentrent à certains égards dans la catégorie qui nous occupe, nous devons une mention flatteuse aux *gravures chimiques* obtenues par M. Reiber, qui nous semblent une des plus heureuses applications de l'art à l'industrie, réalisées dans ces derniers temps. Les gravures de l'*Art pour tous*, obtenues par le nouveau procédé, nous ont paru pouvoir suppléer pour certains travaux la gravure sur bois et ouvrir ainsi des voies nouvelles à la typographie illustrée. Nous ne savons jusqu'à quel point ce procédé est commercialement possible; nous ne pouvons que le recommander à l'attention des imprimeurs.

CARACTÈRES ET TYPES.

La fonderie et la gravure, quoique peu nombreuses, étaient brillamment représentées à l'Exposition du Champ-de-Mars, par la France, l'Allemagne et l'Angleterre, qui y avaient envoyé leurs meilleurs produits.

A la tête des fondeurs et graveurs français, se place M. Ch. Derriey, qui, pour la fantaisie gracieuse, la pureté et la variété des types, l'originalité des conceptions, a réalisé des progrès au-dessus de tout éloge.

Les objets exposés à Paris par M. Ch. Derriey faisaient non-seulement l'admiration de tous les typographes, mais encore et surtout des artistes eux-mêmes. C'étaient des pages de vignettes gracieusement combinées avec du texte, des passe-partout remplis de caractères habilement disposés, de la musique et de la réglure mobiles, des numéroteurs ingénieux,

des poinçons, des matrices, des blancs cintrés, des fleurons élégants, des filets en lames, en cuivre ou mixtes, en lignes droites, pointillées, ombrées, azurées ou guillochées; enfin, son grand spécimen, qui est l'une des applications les plus remarquables de l'art à l'industrie, et qui, sous le rapport de la pureté du dessin, du goût, de la variété infinie des combinaisons, est réellement une merveille typographique.

Dans d'autres genres, avec des qualités moins brillantes peut-être, mais aussi sérieuses, se présentaient la Fonderie impériale, avec une riche collection de types orientaux et une série de caractères éthiopiens obtenus par les moyens plastiques, mais avec un type unique; puis la fonderie générale René et Cie et le graveur Lœuillet, avec de remarquables spécimens de poinçons et de matrices de caractères birmans, siamois, etc., puis encore la maison Laurent et Deberny, avec une grande variété de types très-purs, très-élégants; la maison Renault et Robcis, avec ses excellents filets en cuivre à combinaison qui ont rendu tant de services à nos tableautiers.

L'Allemagne occupait aussi une belle place dans cette partie du grand concours international. La pureté, le fini des caractères et des poinçons de la maison Dresdler, de Francfort, étaient très-remarqués des typographes. A leur tour, MM. Trowilsch et fils, de Berlin, nous offraient des caractères irréprochables et surtout des types hébraïques de toute beauté. M. Gronaus, de la même ville, justifiant son excellente réputation, se présentait avec une splendide collection de caractères et plusieurs formes à filets et fleurons combinés, traitées avec infiniment de goût.

A ces fondeurs si recommandables, nous devons ajouter le nom de M. Flensch, de Francfort-sur-Mein, qui exposait deux encadrements à filets de cuivre et fleurons combinés, véritables merveilles qui lui ont valu la médaille d'or.

L'Angleterre a fait aussi de notables progrès dans la fonderie en caractères. Elle était brillamment représentée par MM. Stephenson, Blacke et Cie, de Londres.

La Hollande avait également exposé de beaux types, et l'on remarquait entre autres les magnifiques caractères japonais qui ont mis le sceau à la réputation de la fonderie de MM. Enschedé et fils, de Harlem.

La Russie même brillait dans cette partie de l'Exposition, et notre attention a surtout été sollicitée par l'excellent système de blancs diviseurs que nous offrait M. Lehman, de Saint-Pétersbourg, ainsi que par des poinçons bien achevés.

Pour la Belgique, les maisons Vanderborght et Clément, qui auraient pu disputer la palme à bon nombre de fondeurs étrangers pour les caractères ordinaires, brillaient par leur absence; M. Léon de Roy, d'Ixelles, s'était seul présenté avec une collection de moules et machines, de matrices gravées et de spécimens qui témoignaient de soins très-intelligents.

En terminant, nous appellerons l'attention de nos fondeurs sur la nécessité de s'emparer enfin complétement du marché national. La beauté et la solidité des produits de la maison Vanderborght, comme son outillage et ses machines perfectionnées, lui assurent d'incontestables succès.

J. Dauby.

PROLOGUE.

Dans ce Rapport, écrit en notre qualité de membre belge du jury international des récompenses, nous avons pour but de rendre un compte sommaire de la participation de l'horticulture à l'Exposition universelle de 1867. Nous voulons nous tenir à égale distance des généralités trop vagues et des détails trop minutieux. Les choses ont été considérées au point de vue le plus élevé dans les *Rapports du Jury international*, publiés sous la direction de M. Michel Chevalier, et auxquels nous avons eu l'honneur de collaborer (1). D'autre part, elles ont été relatées, avec une parfaite exactitude, dans nos Rapports rédigés pour le jury du groupe et surtout dans les Rapports publiés par M. Rafarin, dans la *Revue horticole* de Paris (année 1867), et par les comités de la Société impériale d'horticulture de France. Nous renvoyons à ces documents, que nous nous sommes efforcé de ne point répéter, pour tous les faits de détail. Ici nous nous sommes borné à des indications sommaires spécialement utiles à notre pays et suffisantes pour guider ceux qui voudraient poursuivre leurs investigations.

---

(1) Tome XII, p. 643.

IXe GROUPE.

PRODUITS VIVANTS ET SPÉCIMENS D'ÉTABLISSEMENTS DE L'HORTICULTURE.

COMPOSITION DU JURY DU GROUPE.

Présidents.

Le duc de Cleveland, *président* . . . . Grande-Bretagne.
Devinck, membre du conseil municipal de Paris, *vice-président.* France.
S. A. S. Victor, duc de Ratibor, prince de Corvey et de Hohenlohe, à Rauden, *vice-président.* . . . . Prusse.

Membres.

Les présidents et rapporteurs des six jurys de classe.

Secrétaires.

Ad. Focillon.
Guérard, ingénieur au corps impérial des ponts et chaussées.
Bouchard-Huzard, secrétaire général de la Société impériale d'horticulture, à Paris.
De Galbert, avocat, à Grenoble.

La Commission impériale institua, pour diriger tout ce qui concernait le neuvième groupe de l'Exposition universelle de 1867, une Commission consultative, composée de : MM. Ad. Brongniart, président; Alphand, vice-président;

Barillet-Deschamps, secrétaire; Decaisne, Bouchard-Hazard, Hardy, Rivière, et H. Vilmorin, membres.

Cette Commission arrêta un programme spécial de concours concernant l'horticulture. Elle s'efforça d'appeler tous les végétaux cultivés à figurer successivement, dans le jardin réservé à cet effet, pendant les sept mois que devait durer l'Exposition. Elle les répartit en quatorze séries détaillées de concours, se succédant de quinze en quinze jours. Nous croyons nécessaire de reproduire le sommaire de ce programme.

1er Concours (1er avril) : Camélias, conifères, végétaux ligneux et de pleine terre, éricacées, fruits et légumes forcés.

2e Concours (15 avril) : Rhododendron arboreum, fruits forcés, jacinthes et plantes de serre tempérée.

3e Concours (1er mai) : Orchidées, azalea indica, tulipes, plantes orientales et de serre tempérée.

4e Concours (15 mai) : Azalea indica et pontica, Rhododendron, orchidées et plantes ornementales de pleine terre.

5e Concours (1er juin) : Orchidées, rosiers, pelargonium, plantes ornementales et potagères.

6e Concours (15 juin) : Pelargonium, rosiers, orchidées, fruits de saison.

7e Concours (1er juillet) : Palmiers, plantes de serre chaude et annuelles, fruits de saison.

8e Concours (15 juillet) : Aroïdées, plantes nouvelles et annuelles, fruits de saison.

9e Concours (1er août) : Plantes à feuillage coloré, gladiolus, fuchsia, fruits de saison.

10e Concours (15 août) : Plantes ornementales et annuelles, fougères et fruits de saison.

11e Concours (1er septembre) : Plantes potagères, plantes ornementales, dahlias, fruits de saison.

12ᵉ Concours (15 septembre) : Dahlias, plantes diverses et fruits de saison.

13ᵉ Concours (1ᵉʳ octobre) : Fruits (concours général) et plantes diverses.

14ᵉ Concours (15 octobre) : Arbres fruitiers formés (concours général).

La Commission belge, après avoir porté le programme particulier du neuvième groupe à la connaissance des horticulteurs belges, a nommé un Comité spécial, choisi parmi les délégués de la Fédération des Sociétés d'horticulture de Belgique. Ce Comité fut composé de : MM. Fr. de Cannart d'Hamale, président ; Ed. Morren, secrétaire ; V. Van den Hecke de Lembeke, L. Ronnberg, baron Ed. Osy de Wychen, J. Linden, Doucet, F. Kegeljan et de Puydt, membres. Il entra immédiatement en relations avec la Commission impériale, avec la Commission consultative, avec la Commission belge, avec le Gouvernement et avec les exposants, et il prit toutes les mesures nécessaires pour sauvegarder les intérêts qu'il était chargé de représenter.

Sur sa proposition, deux jardiniers belges, MM. J. Fr. Van Celst et J.-J. Van Celst, furent préposés à la réception et à l'entretien des produits nationaux, dans le parc réservé à l'horticulture.

Une section spéciale du jury international des récompenses, composée de vingt-quatre membres, dont douze français, fut instituée par la Commission impériale, sous le titre de jury du groupe des produits vivants et spécimens d'établissements d'horticulture. Sur les propositions présentées par ce jury de groupe, la Commission a nommé, cinq jours avant l'ouverture de chaque concours, un comité international de jurés associés.

Des amateurs et horticulteurs belges furent, en cette qualité, appelés à faire partie du jury de chaque concours de

quinzaine, nommément MM. Ch. Van Geert, à Anvers; de Puydt, à Mons; Rodigas, à Gand; baron Osy, à Anvers; Ronnberg, à Bruxelles; Van Houtte, à Gand; Vanden Hecke, à Gand; de Graet-Bracq, à Gand; Warocquié, à Mariemont; F. Wiot, à Liége; Pynaert, à Gand; Kegeljan, à Namur; Olivier, à Verviers; comte de Kerchove, à Gand; Rosseels, à Louvain; P. Morren, à Bruxelles; baron de Caters, à Anvers; René Della Faille, à Anvers; A. de Meester, à Anvers; Galopin, à Liége.

On sait que l'horticulture constitue en Belgique une industrie importante, qu'elle est l'origine de nombreuses transactions et la source d'exportations considérables. Bien que la statistique horticole soit encore fort incomplète, nous aurons l'occasion de citer des chiffres péremptoires. Nous possédons sur différents points du royaume, principalement à Gand, des établissements d'horticulture qui figurent parmi les établissements industriels de premier ordre et qui pourraient, au même titre que les pépinières de M. André Leroy, à Angers, trouver place dans un recueil consacré aux grandes usines du pays. Plusieurs de ces établissements soutiennent la publication de recueils scientifiques estimés par les savants; d'autres servent d'école professionnelle. Les produits du jardinage belge s'exportent particulièrement vers l'Angleterre, la France, la Russie et les États-Unis.

Il n'est donc pas indifférent de constater dès l'abord que l'horticulture belge, après avoir tenu le rang le plus distingué dans le jardin réservé, a finalement occupé la première place dans la liste des récompenses du neuvième groupe. En effet, un de nos compatriotes, M. J. Linden, de Bruxelles, a été honoré du seul grand prix décerné pour ce groupe avec un objet d'art, et ce sont nos exposants qui ont obtenu relativement le plus grand nombre de récompenses.

CLASSE LXXXIII

SERRES ET MATÉRIEL DE L'HORTICULTURE.

COMPOSITION DU JURY.

Alphand, ingénieur en chef de la ville de Paris, *Président* . .	France.
Trasenster, professeur à l'Université de Liége, *vice-président*.	Belgique.
Darcel, ingénieur au corps impérial des ponts et chaussées, *secrétaire*	France.
Hardy, chef des cultures impériales au potager de Versailles, *rapporteur*.	Id.

Le *jardin réservé* est le cadre gracieux dans lequel s'est développée l'exposition du 9e groupe de l'Exposition universelle de 1867. Ce jardin lui-même, par sa création et par sa disposition, est du ressort de la 83me classe. Il constituait la partie la plus agréable, la plus distinguée, la plus tranquille et, pensons-nous, la plus artistique du Champ-de-Mars transformé. Il a été créé par l'administration des squares et des jardins de Paris, dont M. Alphand est le chef, sous la direction spéciale de MM. Darcel, ingénieur, et Barillet, jardinier-paysagiste. Tout le monde a pu apprécier la sollicitude dont les squares et les jardins de Paris ont été l'objet depuis le règne actuel. Paris est actuellement la première ville du monde par ses jardins publics. Une foule d'innovations, qu'il serait trop long de détailler ici, ont été introduites dans leur établissement, au point que, dans notre opinion, un style nou-

veau a été inauguré dans l'architecture horticole. Ces innovations se personnifient en grande partie dans M. Barillet, naguère jardinier chef de la ville de Paris, et nous considérons le jardin réservé comme l'une des plus heureuses (et des plus éphémères) manifestations de l'art moderne du tracé des jardins. Pour l'apprécier, il convient toutefois de considérer comme une des données nécessaires du programme le grand nombre de constructions horticoles qui devaient, jusqu'à un certain point, l'encombrer pour satisfaire les légitimes exigences des exposants. Par ses vallonnements, par ses courbes gracieuses, par ses transplantations d'arbres de grande taille, par ses rocailles, par ses pelouses irréprochables, par ses groupes de végétaux subtropicaux, ce jardin présentait le plus gracieux coup d'œil. Il offrait une douce retraite, appréciée de la bonne société, contre le tumulte et l'agitation du palais industriel.

Nous n'avons pas, dans ce Rapport, à écrire de traité technique, mais seulement à signaler les innovations et les traits généraux au sujet desquels il sera facile de se renseigner avec pertinence (1).

Les *serres* élevées dans le jardin réservé étaient nombreuses, appropriées à des usages divers et de formes variées. Le grand pavillon du centre, flanqué d'un portique en velum et dressé à une grande hauteur sur une rocaille, ne manquait pas d'un certain caractère de grandeur. Mais il était construit avec une légèreté un peu téméraire, comme l'ouragan du 1er décembre 1867 s'est chargé de le démontrer (2). Il était l'œuvre de M. Dormois, constructeur, à Paris.

---

(1) Voyez M. Robinson, *The Parks, Promenades and Gardens of Paris*. London, 1869. (J. Murray). Un vol. in-8°.

(2) Voyez la *Belgique horticole*, 1867, p. 301.

La construction des serres se traîne depuis quelque temps dans l'ornière de la routine et ne participe pas assez des progrès réalisés dans l'édification des halles, des gares et des hangars. M. Darcel, ingénieur distingué, nous apprend (1) que le prix des serres varie encore de 100 à 120 francs le cent kilogrammes, tandis que les charpentes et les ponts sont exécutés à raison de 40 à 60 francs. Il en est de même des appareils de chauffage, qui n'ont pas fait de progrès depuis l'établissement des thermosiphons et dont toutes les données importantes, concernant la forme de la chaudière, le choix des matériaux, l'étendue et la superficie, sont livrées à l'empirisme.

Un des seuls points sur lesquels l'attention eût pu se porter est un système imaginé par M. Basset, pour éviter la chute sur les plantes, sous forme de gouttelettes, de la buée qui se condense toujours sur les vitres, quand la température extérieure est plus basse que celle de la serre : cet égouttement de l'eau froide sur les feuilles de maintes plantes délicates est nuisible à leur santé; il est également désagréable dans les jardins d'hiver. Par une certaine disposition des fers et des vitres, M. Basset assure l'écoulement de l'eau de condensation au dehors de la serre : son système, connu depuis peu de temps (2), a été publiquement expérimenté en 1867 et a donné de bons résultats.

Les serres se construisent en bois ou en fer. Les horticulteurs, dans l'état actuel des choses, accordent la préférence au premier, chaque fois que le bois peut être employé, sur-

---

(1) J. Darcel, *Parcs et matériel de l'horticulture*, dans les rapports du jury international, tome XII, p. 492.

(2) Sur une nouvelle disposition de serre inventée par M. Basset, Voir la *Belgique horticole*, 1867, p. 205.

tout pour les serres basses, consacrées à la culture proprement dite. Le fer doit être réservé aux jardins d'hiver et aux serres d'ornement.

Mais, dans toutes ces questions techniques, l'horticulture réclame en vain depuis longtemps l'intervention des ingénieurs. La nuance et la teinte du vitrage, l'ombrage des serres et une foule d'autres questions ne sont pas encore scientifiquement résolues.

Les *rocailles artificielles,* établies pour les bassins et pour les aquariums d'eau douce et d'eau marine, figurent parmi les objets les plus remarqués dans le jardin réservé. Elles ont été établies par M. Crombaz, de Paris, et par M. Bethencourt, de Boulogne-sur-Mer. Elles consistent en ciment hydraulique, gâché sur des maçonneries et des ferrailles, et représentent des imitations vraiment artistiques de roches et de grottes naturelles. Certains jardins de Paris, par exemple, le parc des Buttes-Chaumont, ont tiré un heureux parti de ce système. On peut l'appliquer dans les serres ornementales, pour l'établissement de rocailles livrées à la végétation, comme on le voit chez M. Émile Bède, à Verviers.

Le *tracé des jardins* a fait de remarquables progrès *en Prusse :* on y reconnaît les traits caractéristiques d'une nouvelle école d'architecture horticole. Le jardin du prince Frédéric-Charles, à Glinecke près Potsdam, en est la plus parfaite expression ; on peut citer aussi beaucoup de jardins des environs de Berlin, établis par Lenné ou à son inspiration, et le jardin de Flora, à Cologne. La Prusse a montré une miniature de son genre en jardinage, dans la partie du parc qui lui était réservée. Ce jardinet était tracé par M. G. Meyer, de Potsdam, et il a été constamment entretenu et renouvelé avec le meilleur soin.

En ce qui concerne l'*outillage des jardins,* nous mentionne-

rons le *bec brise-jet* de M. Raveneau (1). Ce léger ajutage, appliqué aux arrosoirs et aux seringues des jardiniers, transforme le jet en une nappe mince et même en un véritable brouillard. Il a été remarqué par plusieurs amateurs de Belgique.

Le seul exposant belge dans cette classe est M. C. Smits, de Forest lez-Bruxelles, qui, pour quelques tracés de jardins, a obtenu une mention honorable.

---

(1) Voyez : *Revue hort.*, 1867, p. 290, et *Horticulteur français*, 1869, p. 367

CLASSE LXXXIV.

FLEURS ET PLANTES D'ORNEMENT.

COMPOSITION DU JURY.

Ad. Brongniart, professeur au Muséum d'histoire naturelle, à Paris, *président* . . . . France.
Ch. Koch, professeur à l'Université de Berlin, *secrétaire* . . Prusse.
Lucy, vice-président honoraire de la Société impériale d'horticulture de France, à Nointel. . . . . France.

Jurés associés.

De Puydt, à Mons . . . . Belgique.
Baron Éd. Osy, à Anvers . . . . Id.
Olivier, à Verviers . . . . Id.
Comte de Kerchove, à Gand . . . . Id.
Eg. Rosseels, à Anvers . . . . Id.
Baron de Caters, à Anvers . . . . Id.

Les *plantes d'ornement* sont du ressort de cette classe. On les recherche avec prédilection aujourd'hui, à cause de la diversité du coloris de leur feuillage, dont les nuances vives et nombreuses rivalisent souvent avec celles des fleurs ; d'autres, avec un feuillage uniformément vert, ont dans leur attitude

et dans leur forme un cachet architectural ou artistique qui les recommande aux hommes de goût, pour l'ornementation de nos demeures.

MM. Veitch et fils, de Londres, qui ont d'ailleurs excellé dans plusieurs spécialités importantes, ont été ici particulièrement primés par un grand prix de la 84e classe. Leur établissement d'horticulture est le plus réputé de toute l'Angleterre. Un membre de cette famille, M. J. G. Veitch, a entrepris un important et dangereux voyage à la recherche de végétaux inconnus dans les îles de la mer du Sud, à la Nouvelle-Calédonie, aux Nouvelles-Hébrides, et il en a rapporté un grand nombre de découvertes importantes. Les plantes nouvelles, les conifères, les végétaux d'ornement, les houx, les orchidées, les fougères et les lycopodiacées nouvelles de MM. Veitch ont excité une vive attraction chez les amateurs de culture. Nous croyons pouvoir citer ici quelques noms techniques, à cause de leur importance exceptionnelle : *Hippeastrum pardinum* (1), *Croton (Codiæum) Veitchi* (2) (Nouvelles-Hébrides), *C. Hookerianum*, etc., *Maranta (Calathea) Veitchi, Tubispatha* (Equateur), *Aralia Osyana, A. Veitchi* (Nouvelle-Calédonie), *Dracena regalis* (Iles de la mer du Sud), *Dr. magnifica* (Polynésie), etc., *Sanchezia nobilis, Retinospora filicoïdes, Philodendron species.*

Un autre nom célèbre dans les annales de l'horticulture et de la botanique, celui de *Von Siebold*, a pu être honoré dans la personne de sa veuve, en considération de ses introductions de la Flore des jardins du Japon, qui naguère eurent autant de retentissement que celles de MM. Veitch et de M. Linden.

Ces plantes nouvelles, d'abord uniques, ne tardent pas à

---

(1) Voyez : la *Belgique horticole*, 1867, p. 297.
(2) Voyez : *Belgique horticole*, 1869, p. 65.

être multipliées et à se répandre par le commerce dans la consommation proprement dite. C'est aux horticulteurs à rivaliser d'habileté et d'activité sous ce rapport. Paris possède un grand nombre d'horticulteurs expérimentés. On a pu apprécier, pendant l'Exposition universelle, le mérite, en ce qui concerne les plantes ornementales, de MM. Loise-Chauvière, Van Acker, Dufoy, Guenot, Duvivier, Havard, Marest, Thibaut-Prudent, etc., etc.

Les concours d'horticulture étant souvent difficiles à répartir entre les diverses classes, il en est résulté que plusieurs exposants belges, classés en fin de compte par le jury dans la 88e classe, ont néanmoins pris part aux concours de la 84e. Dans cette dernière, nous avons à signaler spécialement M. H. d'Avoine, secrétaire de la Société royale d'horticulture de Malines, qui a obtenu une médaille d'argent, pour une collection fort remarquée d'Aucuba du Japon.

M. Auguste Van Geert, horticulteur à Gand, sans avoir pris une bien grande part à l'Exposition universelle, a cependant obtenu une médaille de bronze, pour y avoir exhibé, dans un *Genetyllis fuchsioïdes*, un spécimen de son habile culture et dans un contingent de *Selaginelles*, un exemple de ses collections. Nos autres lauréats, dans cette classe, sont, à part les bouquets, MM. F. Van Driessche, à Gand, J. Van Eeckhout, à Gand, et A. Blutz, à Verviers.

Si les frais et les risques inhérents aux transports des plantes d'ornement en grands exemplaires n'étaient pas aussi considérables, il n'aurait pas été difficile à la Belgique de recueillir dans cette classe des palmes plus nombreuses et encore plus distinguées.

La *floriculture* proprement dite, c'est-à-dire l'art de produire les fleurs recherchées par le public, n'est nulle part plus perfectionnée et plus étendue qu'à *Paris*. On ne peut se lasser

d'admirer dans cette ville les vitrines des fleuristes qui abondent dans les rues et dans les passages, et l'étalage des bouquetières sur les marchés aux fleurs. Ces débitants sont, en général, de simples négociants revendeurs. Les producteurs sont de modestes cultivateurs disséminés dans la banlieue, et qu'il est aussi difficile de découvrir que d'approcher. Ils ne sont guère en rapport qu'avec leurs clients, et la plupart s'adonnent à l'une ou l'autre spécialité dont ils ont à peu près le monopole et dont ils gardent les procédés empiriques avec un soin jaloux. D'autres, heureusement, arrivent au grand jour de la publicité.

Nous pouvons citer : M. Duppuis, à Vaugirard, qui produit du *Lilas blanc* pendant toute l'année et qui excelle dans l'élève des *Gardenia florida;* MM. Margottin et H. Jamain, qui cultivent dans la perfection le rosier, dont une variété, le *Rosier de roi*, est particulièrement recherchée; M. Chevet, de Saint-Mandé, pour les *Pervenches* de Madagascar; M. Lierval, pour les *Phlox;* MM. Souchet et Verdier, pour les *Glaïeuls* (on nous a affirmé que M. Souchet, dont l'établissement est à Fontainebleau, débite pour 60,000 francs de Glaïeuls par an); M. Chaté, pour les *Pelargonium Zonale*, les *Verveines*, les *Lantana* et les *Balisiers;* M. Malet, pour les *Pelargonium* à grandes fleurs; MM. Gonthier et Dubos, pour les *Œillets;* M. Paré, pour les *Œillets Flon* (*Dianthus semperflorens*); M. Rouillard, pour les *Dahlias;* M. Guerin-Modeste, pour les *Pivoines;* MM. Baudry et Hamel, pour les *Calcéolaires ligneuses*, etc.

D'autres cultures, plus généralement répandues à Paris, pour l'alimentation du marché, sont celles de l'Oranger, du Jasmin blanc, du *Rochea falcata*, du *Ficus elastica*, de la Giroflée, de la Tubéreuse, de la Violette, de l'*Hoteia japonica*, des Bruyères du Cap, du Ne m'oublie pas, du Réséda, des

Reines-Marguerite et bien d'autres qu'il serait trop long d'énumérer.

Un Belge, M. G. Delchevalerie, de Vedrin, qui a occupé une position distinguée dans le service municipal des jardins publics de Paris, et qui est actuellement jardinier en chef de S. A. le Khédive d'Égypte, a publié récemment, sous le titre : *Les squares et les marchés de Paris,* des renseignements circonstanciés et pratiques sur la floriculture parisienne ; nos jardiniers belges feront bien de lire et d'appliquer (1) cette utile publication.

Les *bouquets* rentrent dans cette classe. Les fleuristes de Paris sont sans rivaux, pensons-nous, dans la confection de ces gerbes de fleurs délicates, d'une fraîcheur exquise, d'un choix parfait, unies avec légèreté et harmonisées avec goût dans leurs formes, leurs couleurs et leurs parfums. M. Bernard, de Paris, qui a obtenu une médaille d'or, a soumis au jury des chefs-d'œuvre du genre. La culture des fleurs pour les bouquets est, d'ailleurs, entendue d'une manière parfaite à Paris : de modestes jardiniers excellent chacun dans l'une ou l'autre spécialité ; le marché est, pendant toute l'année, fourni de roses du Roi, de lilas blancs, de violettes de Parme et ordinaires, de gardenia, d'œillets et autres fleurs suaves.

Ce commerce commence avec l'aube, à la Halle, où les fleuristes, établis en magasin ou dans les échoppes des marchés publics, vont s'approvisionner, et où les marchandes des quatre saisons vont aussi se pourvoir pour le colportage dans les rues. La confection des bouquets commence immédiatement : ces dames du marché de la Madeleine et autres travaillent avec une égale volubilité de la langue et des doigts et offrent

---

(1) Voir la *Belgique horticole, années* 1867 *et* 1868.

en vente, avec force câlineries, les plus beaux bouquets du monde, à des prix vraiment modérés.

Chose curieuse, tandis que nous excellons en Belgique à élever une foule de végétaux d'ornement et certaines fleurs difficiles, telles que les camélias et les azaléas, nous sommes encore tributaires de Paris dans l'art de former et de composer un bouquet : le seul marché aux fleurs important du pays, le marché de la Madeleine, à Bruxelles, s'approvisionne pour la plus grande partie à Paris ; c'est de Paris que doivent venir les fleurs les plus recherchées par les dames du monde, et ce sont les bouquets de Paris que nous nous efforçons d'imiter, souvent sans grand succès.

Ils ont, ces bouquets, ce beau désordre que le poëte a dit avec raison être souvent l'effet de l'art ; les fleurs sont associées avec un laisser-aller qu'une main habile peut seule atteindre ; souvent le regard pénètre librement dans les intervalles des fleurs comme à travers un buisson naturel ; les rameaux fleuris frémissent à chaque mouvement de la main comme sous le souffle de la brise ; les fleurs ne sont pas les plus rares, mais certes, elles sont les plus belles, et les bouquetières de Paris sont sans rivales.

Le goût des fleurs est, d'ailleurs, si répandu à Paris, qu'il alimente aisément un commerce considérable. Il résulte, par exemple, de renseignements recueillis pendant l'enquête faite par la chambre de commerce de Paris pour 1860, que, dans une seule année, il a été consacré plus de 400,000 francs aux fleurs achetées pour les cimetières de Paris. On sait combien le culte des morts est profondément invétéré dans cette frivole population. Nous pouvons, en outre, affirmer, d'après les documents authentiques, que, dans la seule année 1868, il a été vendu, à la Halle de Paris, plus de 5,000,000 de bouquets de violettes.

Le commerce des fleurs coupées s'étend et se développe à

mesure que les moyens de communication deviennent plus rapides et plus accessibles. Nice et le département des Alpes maritimes nous envoient des fleurs qui par les trains-poste arrivent parfaitement fraîches. On connaît, par exemple, les bouquets d'Alphonse Karr.

Des spécimens de cette branche intéressante de l'industrie horticole ont été soumis au jury par Mme Van Driessche (née Marie Leys), de Gand; MM. P. Wyckaert et fils, de Gand, et M. J. Van Rieth, d'Anvers, qui chacun ont obtenu une médaille de bronze. Nous regrettons de n'avoir pas vu ces bouquets, qui ont été présentés dans un moment où nous étions absent de Paris; mais nous connaissons de longue date la réputation de Mme Van Driessche, qui a souvent été couronnée à la suite des concours de Gand.

En général, les bouquets belges sont trop chargés, trop lourds et d'une facture trop uniforme. On cherche, dans les bouquets de choix, à leur donner du prix par la rareté des fleurs, ce qui est parfait pour les bouquets de table, que les convives considèrent à loisir, mais ce qui est un tort dans les mains d'une femme dont toute la toilette doit briller plutôt par le goût que par l'ostentation des richesses. Une gerbe de lilas blanc, émaillée de violettes de Parme ou de boutons de rose, nous plaît davantage au bal ou au théâtre que le plus riche assemblage de Cattleya, de Vanda et d'Aérides.

Les *graines des plantes d'ornement* sont l'objet d'un commerce important. Paris compte plusieurs maisons de premier ordre qui traitent ce genre d'affaires. On en connaît aussi à Londres et à Hambourg, mais Erfurt et Hyères sont, sous ce rapport, les principaux centres de production.

On ne s'est pas borné à Paris, en 1867, à exposer des graines dont la vue ne dit pas grand'chose et ne révèle même pas la vitalité; mais on a pu les faire développer en quelque sorte

sous les yeux du public, pour en apprécier les productions. C'est ainsi que maintes plates-bandes ont, pendant tout l'été, alimenté une foule de plantes annuelles dont la fleuraison se succédait sans relâche. La maison Vilmorin-Andrieux et Cie a maintenu dans cette circonstance son ancienne réputation et a obtenu un grand prix de la 84me classe.

Les *gazons des pelouses*, dont on a beaucoup admiré le rapide développement et la pureté de composition, étaient eux-mêmes mis au concours. MM. Vilmorin et M. Tolard, de Paris, M. Carter, de Londres, ont été primés.

La culture des *plantes bulbeuses*, telles que jacinthes, tulipes, etc., est encore à Haarlem aussi florissante qu'au XVIme siècle; elle semble inhérente à la nature du sol, qui est à la fois léger, riche et profond. M. C.-H. Krelage, M. L.-C. Barnaart, M. Van Waveren, ont soutenu sous ce rapport l'honneur de la Flore des jardins de Hollande. Mais cette culture, d'une grande importance commerciale, est depuis quelque temps essayée dans d'autres pays, notamment aux environs de Berlin et aux environs de Gand. Plus de 20,000 jacinthes de Berlin ont été envoyées en fleurs, aux frais du Gouvernement prussien et par les soins du professeur Koch, pour garnir au printemps le petit jardin allemand spécimen de l'école de Meyer. On sait que ces plantes bulbeuses fleurissent invariablement au printemps, et il semble impossible, même en Hollande, d'avancer ou de retarder leur fleuraison de manière à l'obtenir en automne. Cependant M. le professeur Munter, de Greiswald, a obtenu une distinction pour un lot de jacinthes fleuries, à l'étonnement de tous les amateurs, au mois de septembre. Il est vrai qu'il en avait fait venir les bulbes de la Nouvelle-Orléans, et que l'ingénieux professeur a profité ainsi de l'habitude acquise par les plantes, sous un climat dont les saisons sont à contre-temps des nôtres.

CLASSE LXXXV.

PLANTES POTAGÈRES.

COMPOSITION DU JURY.

Aug. Rivière, jardinier en chef du jardin du Luxembourg, à Paris, *président* . . . . France.
Courtois-Gérard, marchand grainetier, à Paris, *secrétaire*. Id.

Jurés associés.

Rodigas, à Gand . . . . Belgique.
Ronnberg, à Bruxelles . . . . Id.

La *culture maraîchère* constitue une industrie de première nécessité dont on n'apprécie pas suffisamment l'importance commerciale.

En Belgique, d'après la statistique de 1856, l'ensemble des jardins potagers du royaume occupe une surface de 34,981 hectares. On peut, en restant en dessous de la réalité, estimer approximativement à 900 francs le produit moyen annuel d'un hectare de jardin (1). Cette approximation porte à 31,482,963 francs le rapport annuel des jardins maraîchers

---

(1) Voyez: *Exposé de la situation du Royaume pendant la période décennale de* 1851 à 1860, tome III, p. 41.

en Belgique. Cette production reste encore beaucoup en dessous des besoins de la consommation. En effet, le *Tableau général du commerce de la Belgique avec les pays étrangers,* pour 1867, accuse une exportation de 29,292,828 kilogrammes (évalués à 2,636,355 francs) de légumes divers, autres que les pommes de terre, et, en regard, une importation de 49,000,046 kilogrammes, dont la presque totalité (48,839,108 kilogrammes) en consommation. Le déficit annuel est donc de 20 millions de kilogrammes environ. Il est en majeure partie comblé par les Pays-Bas et par la France. En effet, l'importation de 1867 se répartit de la manière suivante entre les puissances limitrophes :

Prusse	416,951
Grand-Duché de Luxembourg .	80,816
Pays-Bas	37,257,655
France	11,244,624
Total. . .	49,000,046

Nous ne parlons pas de la pomme de terre, que l'on doit, ce nous semble, considérer comme un produit de la grande culture.

Cette situation n'est pas satisfaisante ; elle réclame et elle justifie à la fois le concours de tous les encouragements et de toutes les améliorations ; car il dépend de nous d'augmenter, dans des proportions considérables, le rendement des cultures maraîchères. Les efforts du Gouvernement pour exciter l'émulation et pour aider les sociétés agricoles et horticoles, ont déjà produit des résultats extraordinaires, prouvés par des chiffres. En effet, en 1862, l'écart que nous constatons plus haut n'était pas seulement de 20 millions de kilogrammes, mais de 42 millions ; depuis 1862, les importations ont dimi-

nué de 10 millions, et les exportations ont augmenté de 12 millions. Ces chiffres, qui sont officiels (1), sont la justification la plus péremptoire de la sollicitude de l'administration pour l'industrie agricole.

Mais il ne faut s'arrêter dans cette voie qu'au moment où nos cultivateurs auront atteint le degré de perfection des maraîchers des environs de Paris qui, partout, obtiennent aisément d'une même surface *six récoltes*, dans le courant d'une année (2). On compte à Paris et dans la banlieue environ 1,250 maraîchers. D'après l'enquête instituée, en 1864, par la Chambre de commerce de Paris (3) et dirigée par M. Moréno-Henriquès, on ne pourrait porter à plus de 396 hectares les terrains consacrés à la culture maraîchère dans l'*intérieur* de Paris, en 1860, c'est-à-dire avant le déplacement de l'enceinte. Pour cette faible étendue, il a été cependant déclaré 546,017 cloches à melon, 110,069 châssis vitrés, et 4,933,239 francs de chiffre d'affaires. Les principaux légumes dont les maraîchers de Paris obtiennent des primeurs, sont l'asperge, l'artichaut, la carotte, le chou-fleur, la chicorée, le concombre, le cresson de fontaine, le haricot vert, le haricot en grains, le petit pois, le radis rouge, la romaine et la tomate. Ces primeurs sont vendues à des prix élevés, aux marchands de comestibles et aux fruitiers de la Capitale, malgré la concurrence des légumes du Midi, qui ne peuvent lutter pour la saveur avec ceux de Paris. Parmi les fruits dont les maraî-

---

(1) Voyez le *Tableau général du commerce de la Belgique avec les pays étrangers*, pour 1867.

(2) Voyez *Plantes potagères*, par M. Courtois-Gérard, dans les rapports du jury international, T. 12, p. 547.

(3) Voyez *Statistique de l'industrie à Paris*, résultant de l'enquête faite par la Chambre de commerce pour 1860, par M. Moréno-Henriquès, délégué chargé de la rédaction du travail. Paris, 1864, 1 vol. in-folio.

chers de Paris ont la spécialité, on ne peut se dispenser de citer les fraises et les melons. Enfin les champignons cultivés dans les carrières de Montrouge et de Vaugirard se vendent également en quantité considérable (1).

Un autre centre de production maraîchère auquel la Belgique ferait bien d'emprunter certaines pratiques, est *Erfurt*, en Prusse. Cette ville a exporté, en 1862 : 2 millions fruits de concombre, 100,000 kilogrammes choux-fleurs, 700,000 kilogrammes graines de légumes et de fleurs. Une des plaines voisines entrecoupées de canaux fournit par an 3 millions de paquets de cresson, 600,000 céleris, 500,000 choux-fleurs 500,000 choux-raves, 100,000 choux pommés frisés, 12,000 kilogrammes d'asperges. Il est vrai que dans ces canaux d'irrigation circule une eau thermale. Ce fait nous a déjà suggéré le conseil d'utiliser, en Belgique, pour la culture maraîchère, la chaleur de certaines eaux thermales ou industrielles.

Mais ce n'est guère dans les Expositions, ni locales ni universelles, qu'on peut s'enquérir des procédés et des produits des maraîchers. Ces modestes et rustiques producteurs, astreints à un labeur beaucoup plus rude que celui de la pratique agricole, ne participent guère à la vie sociale. Leurs expositions à eux sont les marchés publics, et seulement ceux qui se tiennent à l'aube, quand la lumière luit à peine ; ils semblent s'effaroucher du grand jour. On sait combien il faut quémander pour attirer les maraîchers aux concours publics, et nous ne surprendrons personne en disant qu'ils n'étaient relativement pas plus nombreux à l'Exposition universelle de 1867 qu'à la plupart des Expositions ordinaires. Ils n'ont que faire,

---

(1) Voyez, au sujet de ces cultures spéciales, l'excellent livre de M. W. Robinson, *The Parks, Promenades and Gardens of Paris*. Londres, 1869, chez J. Murray.

eux, des primes et des réclames de concours qui ne leur valent pas un client de plus au marché. D'ailleurs, la culture maraîchère, comme toute autre production, doit être excitée et encouragée seulement jusqu'au degré de perfection qu'elle peut atteindre, et puis abandonnée à ses propres forces. L'ignorance, l'isolement et la routine sont encore si vivaces dans cette industrie et lui semblent si fort inhérents, que nous ne saurions trop varier et prodiguer les conditions d'améliorations et de progrès : nous citerons le travail à l'étranger, les conférences publiques, les jardins modèles, les associations locales et la diffusion de l'instruction. En pareille matière, il faut prêcher d'exemple et, à ce titre, honorer les amateurs-maraîchers qui introduisent dans leur potager les procédés les plus perfectionnés et qui prennent part aux concours publics.

Le marais de Paris a été représenté, pendant toute la durée de l'Exposition, par la *Société de secours mutuels des jardiniers maraîchers du département de la Seine*. Cette utile et intéressante association a reçu un grand prix, en témoignage des sympathies qu'elle inspire. Les Sociétés de Clermont, de Nantes, d'Étampes, de Pontoise et de Lyon ont aussi envoyé des expositions collectives qui ont été remarquées et primées. Quelques exposants particuliers ont droit à une mention spéciale dans ce Rapport succinct : les légumes forcés de M. Gontier et les cultures d'ananas et d'autres fruits forcés de Mme Ve Froment, l'un et l'autre, à Montrouge ; les fraises de M. F. Gloede, à Beauvais ; les asperges de M. Lherault-Salbœuf, à Argenteuil, bien que fort estimées, ne semblent pas atteindre la saveur recherchée des asperges de Gand. M. Ch. Leroy, de Kouba, en Algérie, a été, pensons-nous, le seul représentant de la culture, plus intéressante en théorie qu'importante en pratique, dans la colonie africaine, pour l'approvisionnement des marchés européens.

La Belgique a été honorablement représentée par la *Société Dodonée,* à Uccle; par *M. Dautrebande-Defays,* à Andenelle; par *M. Anatole de Gotte,* à Andenne; par *M. J. E. Julin,* à Bonneville, et par M. *Warzée,* à Andenne. La Société Dodonée, à Uccle, sous l'habile direction de son président M. Wiringer, mérite des éloges bien sincères pour les efforts, couronnés d'ailleurs par le succès, qu'elle s'est imposés pour représenter la culture maraîchère de Belgique.

Erfurt, dont nous parlions tantôt, a été au moins mentionnée dans la liste des exposants de la classe, grâce à M. R. Neumann. Le reste de l'Allemagne a figuré dans les personnes de MM. Adler, de Cologne, et Hoffmann, de Berlin.

Un épisode tout à fait inattendu a été l'apparition, au mois de septembre, d'une collection considérable de produits agricoles, maraîchers et fruitiers de la Suède. Elle a excité le plus vif intérêt et elle avait été organisée et installée par les soins de M. le Dr Anderson, le savant professeur de l'Université de Stockholm, au nom de l'Académie royale d'agriculture de Suède. Cette collection se composait de céréales, légumineuses, produits agricoles et maraîchers, de fruits cultivés et naturels et même de spécimens vivants d'arbres fruitiers et d'ornement. Dans cette exposition collective, on remarquait notamment les produits de M. Hillerso-Tradgardsbolay, pépiniériste, à Stockholm. Elle a fait le sujet d'une savante publication de M. le Dr Anderson (1).

Nous citerons, pour mémoire, un exposant du Danemark, M. Balzke, de Fredericsbourg (fruits et légumes), et un autre du Portugal, M. José de Canto, des Iles Açores (ananas).

Le commerce des *graines potagères* était du ressort de la

---

(1) *Aperçu de la végétation et des plantes cultivées de la Suède.* Stockholm, 1867, brochure in-8.

85me classe. On en connaît l'importance et l'on sait combien en cette matière la bonne foi est indispensable. Aussi n'est-il pas inopportun de signaler ici à l'attention publique le bill qui vient d'être porté par le Parlement anglais, pour réprimer les fraudes dont ce genre de commerce est envahi depuis quelque temps, fraudes qu'il est indispensable de punir par de sévères pénalités (1).

Si nous sommes bien renseigné, le commerce des graines en Belgique s'approvisionne pour la plus grande part à l'étranger. Le tableau du commerce général de la Belgique accuse, pour 1867, une importation de 2,985,490 kilogrammes de graines diverses (autres que graines oléagineuses, farineuses, légumineuses), dont 2,415,595 kilogrammes pour la consommation. Par contre, il renseigne à l'exportation 1,356,955 kilogrammes représentant une valeur déclarée de 882,021 francs. Le commerce des graines maraîchères et horticoles s'alimente spécialement à Paris, dans le département du Var, à Erfurt, en Italie (Palanza); les graines forestières viennent de France, du Wurtemberg, de Russie, etc. Nous envoyons à l'étranger notamment des graines de chou de Schaerbeck, des graines d'oignon de Liége. Dans cette spécialité, il a été rendu hommage à l'honorabilité de la maison Courtois-Gérard, de Paris, dont le chef ne pouvait, par suite de ses fonctions de membre du jury international, prendre part aux concours.

---

(1) Voyez : *La Belgique horticole*, 1869, p. 359.

CLASSE LXXXVI.

FRUITS ET ARBRES.

COMPOSITION DU JURY.

Decaisne, professeur au Muséum d'histoire naturelle, à Paris, *président* . . . . France.
D. Guyot, viticulteur, *secrétaire* . . . . Id.

Juré associé.

G. Galopin, à Liége . . . . Belgique.

La 86me classe comportait une étendue considérable. Elle comprenait la *pomologie,* c'est-à-dire la production fruitière du globe à l'état frais et vivant, spécialement les poires, les pommes, les pêches, les raisins; la culture forcée et le semis des arbres fruitiers; la pépinière et l'arboriculture fruitière; enfin le modelage des fruits. Les fruits ont été la première tentation de l'homme, et partout il s'en trouve quelque espèce appétissante à portée de sa main. La ronce (*Rubus arcticus*), l'airelle, la fraise, dans le Nord; la pomme, en Allemagne; la cerise, dans le sud de la Germanie; la poire, en Belgique; la pêche, à Montreuil; l'abricot, à Moulins; le chasselas, à Fontainebleau; la prune, à Tours; les marrons, à Lyon;

l'olive, à Marseille; la figue, à Smyrne; l'orange, à Messine; la grenade, en Espagne; la datte, en Algérie; la pastèque, en Orient; l'ananas, la banane, la noix de coco, la mangue, sous les tropiques; partout des fruits sollicitent les instincts inhérents à l'humanité.

On pouvait s'attendre à beaucoup d'empressement. Bien qu'en réalité un cadre aussi vaste se soit à peu près réduit à la pomologie, dans le sens que nous lui donnons habituellement chez nous et à la viticulture, la 86me classe a récompensé 141 exposants, qui se répartissent de la manière suivante :

France	115
Belgique.	9
Prusse	7
Suède	4
Pays-Bas	3
Norwége	1
Autriche.	1
Montevideo	1
	141

Après avoir placé hors concours sept membres effectifs ou associés du jury, elle a distribué :

3 médailles d'or avec objet d'art;
11 médailles d'or;
4 médailles d'argent avec objet d'art;
27 médailles d'argent;
45 médailles de bronze;
44 mentions honorables.

Ensemble 134 récompenses.

Tout ce qui concerne la production fruitière doit, à bon

droit, exciter une attention particulière : elle est au nombre des industries agricoles, sources de richesses naturelles qui, sans courir le risque de s'épuiser jamais comme les richesses minérales, peuvent augmenter à peu près indéfiniment et dans des proportions considérables. Cette industrie a une importance de premier ordre pour la Belgique. En 1867, par exemple, l'exportation des fruits de provenance belge s'est élevée à 24,517,577 kilogrammes, représentant une valeur de 7,355,273 francs. Dans ces nombres, l'Angleterre seule entre pour 23,748,575 kilogrammes ou 6,864,098 francs. D'autre part, l'importation, en 1867, s'est bornée à une valeur de 167,592 francs, soit une balance en notre faveur notablement supérieure à sept millions.

On apprécie, en présence de ces chiffres, dont l'éloquence n'a pas besoin de commentaires, la sollicitude de l'administration publique pour l'intérêt de l'arboriculture fruitière. Cette sollicitude n'a jamais fait défaut. Elle s'est particulièrement manifestée sous l'administration de M. Ch. Rogier, par l'institution de la Commission royale de pomologie et de la Société Van Mons, et par le concours du Gouvernement à l'action des sociétés locales. Cette sollicitude s'est continuée depuis, et s'est étendue à toutes les manifestations d'activité qui se sont produites. La Commission royale de pomologie, ayant terminé sa mission, et la Société Van Mons ayant, à peu de choses près, mis au jour tous les derniers gains du célèbre pomologiste, ces deux associations se trouvent de fait remplacées, jusqu'à un certain point, par un cercle pomologique qui s'est constitué par l'association d'un grand nombre de maîtres en arboriculture.

Des conférences publiques et gratuites sont données partout où les circonstances le permettent et chaque fois que des aptitudes particulières se font jour. Des écoles publiques, à

Vilvorde et à Gentbrugge, guident et surveillent cet enseignement populaire et direct.

Il faudrait un volume pour exposer tout ce que les concours de pomologie, en 1867, ont pu suggérer d'observations utiles, mais nous n'avons ici qu'un Rapport à écrire.

D'ailleurs, notre Gouvernement a donné une nouvelle preuve de sa sollicitude pour la pomologie, en déléguant, à Paris, une Commission d'hommes spéciaux, pour étudier la 86e classe à l'Exposition universelle et les progrès de l'arboriculture en France. Cette délégation était composée de MM. Ad. Wiringer, Ph. Demoor, Ant. Vervliet, H. Spruyt, H. Millet, J. Hennus, J.-B. Bauwin, L. Gillekens, F. Burvenich et H. Van Hulle. Ces deux derniers ont rendu un compte détaillé de cette excursion pomologique, publié dans le *Bulletin du Cercle pomologique* (1). Ce rapport détaillé, écrit avec un talent auquel nous nous plaisons à rendre hommage, nous dispense de développer ici tout ce qui est du ressort des spécialistes.

La liste des récompenses de la 86e classe attribue neuf nominations à la Belgique, autant que d'exposants. Les lauréats se répartissent en plusieurs catégories : M. Grégoire et M. Bivort ont été récompensés comme semeurs; MM. de Biseau, Millet, Capeinick et la Société du Hainaut, comme éleveurs et collectionneurs ; M. De Goes, comme forceur; M. Gillekens, comme arboriculteur, et M. Henrard, pour le modelage.

M. Grégoire-Nélis, de Jodoigne, a, comme tous ses collègues du jury effectif ou associé, été classé hors concours : la médaille commémorative en bronze qui lui a été remise ne saurait donc être considérée comme une dépréciation de ses

(1) Voyez les bulletins du cercle professoral, Gand, 1867, n° 12, p. 246; n° 13, p. 271; 1868, n° 3, p. 77; n° 4-5-6, p. 101.—Voyez, en outre : *Annales de l'horticulture*, Bruxelles, 1867, t. II, p. 32.

mérites, hautement reconnus. M. Grégoire-Nélis est obtenteur de beaucoup de fruits nouveaux de première qualité: il a exposé sept-cent dix huit variétés de poires, dont deux cent cinquante étaient obtenues par lui et toutes choisies et bien nommées.

M. A. Bivort, à Fleurus, qui dirige les pépinières Van Mons, a présenté quatre-vingt-quinze poires de semis; il a obtenu le premier prix entre les concurrents pour les poires nouvelles.

M. H. Millet, pépiniériste à Tirlemont, a exposé un très-beau lot de cinquante poires de première qualité.

M. de Biseau d'Hauteville, à Binche, a présenté des fruits appréciés par les amateurs et remarquables par leur longue conservation.

M. Capeinick s'est particulièrement distingué dans les concours pour les pommes, dont il a envoyé cent douze spécimens.

La Société agricole et horticole du Hainaut exposait cent vingt-sept variétés de poires et pommes.

La Société Dodonée, à Uccle, a remporté un premier prix au concours général du 1er octobre, avec sa collection composée de cent trente-deux variétés de poires, trente variétés de pommes, dix-huit poires de semis et quelques coings.

M. Gillekens, de Courcelles (Hainaut), est le seul belge qui ait concouru pour l'arboriculture fruitière : il a présenté des pyramides, des poiriers et des espaliers de pêchers qui ont été appréciés.

M. De Goes, de Schaerbeek, a, pour les chasselas, rivalisé, non sans succès, avec les meilleurs cultivateurs de raisins à Thomery.

M. Aug. Henrard, de Bruxelles, a présenté des fruits modelés en cire, qui, malgré leur incontestable mérite, ne réunissent pas les mêmes qualités que le modelage en plâtre, tel que le pratique M. Buchetet, de Paris.

L'exposition générale des fruits s'est ouverte le 1er octobre:

elle a eu un grand succès : 182 exposants inscrits ont présenté environ 100,000 fruits répartis en 16,500 lots différents. A considérer ces fruits dans leur ensemble, nous parlons spécialement des poires, qui sont pour nous le fruit par excellence : ceux de France sont plus beaux et plus savoureux ; ceux de Belgique sont plus variés et plus nouveaux. Le climat du centre de la France est plus favorable que le nôtre à la maturation des fruits. Mais les poires se développent sur notre sol avec une prodigalité extraordinaire de formes et de qualités qui les font rechercher avec prédilection à l'étranger. La pomologie belge a enrichi les cultures de l'Europe et des États-Unis d'un nombre considérable de poires de première qualité. L'école de Van Mons est la plus célèbre : elle a été perpétuée par MM. Grégoire, Bivort, Berckmans et Bouvier, etc., etc. ; elle continue à se développer spécialement dans le Brabant wallon. Une autre série de producteurs a pour origine et pour chef Nicolas d'Hardenpont, qui a fait une école dans le Hainaut : autour de ce nom célèbre brillent ceux de Capiaumont, Dorlin, du Bardou, Liart, De Vergnies, de Raisme, Châtillon, etc. Malines, pour sa part, s'enorgueillit de Coloma, Nélis, Esperen, etc. La variabilité du poirier et son amélioration est d'ailleurs naturelle et en quelque sorte spontanée sous l'influence de notre climat, et point n'est besoin, pour expliquer cette énorme quantité de bons fruits qui se sont développés chez nous, d'imaginer certaines théories de croissement ou de sélection que Hardenpont ni Van Mons lui-même n'ont jamais sérieusement pratiquées. L'amélioration de notre pomo ogie est, selon notre croyance, le résultat d'une évolution naturelle : l'homme n'a pas à s'en glorifier autrement que par un judicieux discernement dans les productions de la nature. Quoi qu'il en soit de la cause, les résultats sont heureux, et ils ont pu être solennellement reconnus à l'Exposition de Paris.

Dans la même circonstance, on a de nouveau apprécié le développement de la culture du chasselas à Thomery et à Conflans-Sainte-Honorine, et celle du pêcher à Montreuil. La première a été surtout représentée par MM. Const. et Rose Charmeux, Cirgean, Crapotte, etc. La seconde, par MM. A. Lepère, D. Chevalier et d'autres.

Montreuil doit toute son existence et son bien-être au pêcher : tous les habitants le cultivent; la commune est divisée comme un damier, par les murs destinés aux espaliers. On cite à Montreuil au moins dix arboriculteurs produisant en moyenne 150,000 pêches par an : vingt environ en livrent au moins 100,000. Pendant un mois, Montreuil envoie chaque jour à Paris plus de 500,000 fruits, soit 15 millions. En les évaluant à cinq centimes la pièce, ce serait un rapport de 750,000 francs.

Dans la catégorie des *arbres taillés*, on a remarqué M. Cochet, à Suisne; MM. Jamin et Durand, à Bourg-la-Reine; M. Croux, à Chatenay; M. Chevalier, à Montreuil; M. Morel, à Lyon.

La *viticulture*, qui est en France la source d'une industrie nationale de premier ordre, a occupé une large place dans la 86e classe. Il est regrettable que les vignerons des bords de la Meuse n'aient pas songé à mettre leurs procédés de culture en parallèle avec ceux employés en France, et nous ignorons si quelqu'un, en Belgique, s'est préoccupé des améliorations dont cette culture est peut-être susceptible.

Les *fruits des Pays-Bas* ont été présentés par plusieurs pomologues de Boskoop.

Quant à la *pépinière*, nous nous bornerons à dire qu'elle a été représentée par d'importantes maisons d'Angers et des environs de Paris.

CLASSE LXXXVII.

GRAINES ET PLANTS D'ESSENCES FORESTIÈRES.

COMPOSITION DU JURY.

Dr. Hooker, Directeur du Jardin royal de botanique, à Kew, *président*.	Grande-Bretagne.
Fr. Moreau, juge au tribunal de commerce de la Seine, *vice-président*.	France.
De Gayffier, inspecteur des forêts, *secrétaire-rapporteur* . . .	Id.
J.-Ch. Siemoni	Italie.
F. Moore, à Dublin, *suppléant*	Grande-Bretagne.

Juré associé.

Ch. Van Geert, à Anvers	Belgique.

L'art forestier était du ressort de la 87me classe. On s'y est préoccupé, par conséquent, des questions importantes concernant l'aménagement des forêts, l'exploitation des bois, le reboisement des terrains dénudés, le repeuplement des massifs, les défrichements, la consolidation des sables et des dunes, etc., etc.

La sylviculture n'est pas négligée en Belgique. Beaucoup de propriétaires et quelques administrations communales ont étendu les boisements : en Campine et en Ardenne, les résultats sont merveilleux. Les plantations des routes, la culture des talus des chemins de fer, l'établissement des clôtures vives, sont en fort bon état.

Cependant rien de ce qui concerne toutes ces questions, ni les essences employées, ni les procédés suivis, n'a été exposé à Paris. Tout s'est borné à une collection horticole de houx, présentée par M. Douchet, de Malines, et qui a été mentionnée honorablement par le jury.

Nous aurions pu cependant montrer les résultats obtenus en Belgique par la plantation du pin sylvestre pour les boisages des mines, du chêne pour les écorces de tannerie, du châtaignier pour les cerceaux, du robinier pour les échalas, des saules pour la vannerie, etc., etc.

Nous avons toujours éprouvé une prédilection particulière pour la connaissance des produits forestiers, et nous avons été heureux de la satisfaire largement pendant l'Exposition de 1867.

En effet, nous avons pu recueillir, sous le patronage de la Commission belge, grâce à l'amitié et à la bienveillance des commissaires étrangers, une collection de trois à quatre mille espèces de bois, d'écorces, de fibres, de gommes, de résines, provenant de toute la surface du globe. Cette collection de technologie végétale présente autant d'utilité pour la science que d'intérêt pour l'industrie, le commerce, les arts et les manufactures. Elle se trouve répartie, d'après les instructions du Gouvernement, entre l'Université de Liége, l'Institut agricole de Gembloux et l'Institut supérieur de commerce d'Anvers. Nous citerons sommairement les éléments les plus importants de cette vaste collection.

Produits forestiers de France, donnés par M. de Gayffier, inspecteur des forêts.

Produits agricoles et textiles de la Prusse, donnés par M. le Dr L. Wittmack, directeur du Musée agricole de Berlin.

Produits forestiers de l'Autriche, donnés par M. Maurice Volke

Produits agricoles de Suède et Norwége, donnés par M. le Dr L. Anderson, professeur à l'Université de Stockholm.

Produits forestiers de la Russie, donnés par feu M. N. de Tscherniaeff, alors directeur du Musée agricole de St.Pétersbourg, et par M. Paul de Bourakoff, son ami.

Produits agricoles d'Italie, donnés par M. le chevalier Chiavarina et par M. André Scala.

Produits forestiers de Roumanie, donnés par M. Odobesco, commissaire général.

Produits agricoles du Portugal, donnés par M. Fr. Ant. de Vas Concellos.

Produits agricoles et forestiers de la Turquie, donnés par M. Ohannes Effendi Tursuzian, membre de la commission impériale ottomane.

Produits agricoles et forestiers de l'Egypte, donnés par le Dr Figari-bey, membre de la commission égyptienne.

Produits technologiques de Perse, donnés par M. le Dr H. Aubergier, commissaire du gouvernement persan, doyen de la faculté de Clermont.

Produits agricoles et forestiers de l'Algérie, donnés par M. Teston, conservateur du Musée permanent de l'Algérie à Paris.

Colonies françaises : Collection précieuse et considérable concernant la dendrologie, le commerce, l'industrie, la thérapeutique et la botanique. Nous en sommes redevable à la bienveillance de M. Eug. Aubry-Le Comte, conservateur de l'exposition permanente des colonies à Paris, et aux bons soins de M. Ch. de Nozeille, pharmacien de première classe.

Colonies portugaises : Collection de technologie végétale concernant l'industrie et la matière médicale. Donateur: M. Joao de Sousa Pinto de Magalhaes, officier au ministère de la marine, à Lisbonne.

Colonies espagnoles : Matières alimentaires, agricoles et commerciales. Donateur : M. Chivaria, commissaire délégué pour les colonies espagnoles.

Colonies anglaises :

Australie. Collection considérable de bois, écorces, fibres, gommes, etc., donnée par M. C. L. Montefiore, commissaire résidant à la Nouvelle-Galles du Sud; par M. P. L. Simmonds, commissaire délégué, et par M. Th. Randall, commissaire de Victoria, à Melbourne.

Maurice. Collection de fibres et de fécules, gracieusement donnée par Mme Caroline Morris, à Londres.

Canada. Collection agricole. Donateur : M. Taché, commissaire général.

États-Unis. Collection agricole. Donateur : M. L. Butler, à St-Louis (Missouri).

Confédération argentine. Collection précieuse de matière médicale, offerte par M. José Triana, membre de la commission scientifique. Collection de bois donnée par M. Ed. Durassié, délégué des Républiques argentines.

Brésil. Collection importante de bois et de produits végétaux. Donateurs : M. Manuel Ferrera Lagos, directeur du Musée d'Histoire naturelle, à Rio-de-Janeiro; M. le ch. José de Saldanha de Gama, membre de la commission scientifique du Brésil; M. C. Coutinho, ingénieur, membre du jury international.

L'ensemble de cette collection, y compris les échantillons agricoles et les spécimens botaniques, comprend environ 8,000 numéros. Sa formation nous a beaucoup occupé à Paris, en 1867, et nous donnons, depuis notre retour, tout le temps dont nous pouvons disposer à la répartir et à la classer. Elle est accompagnée de beaucoup de renseignements utiles pour l'étude et la connaissance des produits. Elle formera, nous

l'espérons, le noyau d'un musée de technologie végétale, analogue à ceux qui existent dans la plupart des centres scientifiques et auxquels le musée de Kew sert de modèle et de type.

Revenant à la 87me classe, nous trouvons à signaler avec les plus grands éloges la carte forestière de la France, dressée par M. Mathieu, professeur d'histoire naturelle à l'École forestière de Nancy : Cette carte montre la répartition des forêts de la France dans ses rapports avec la constitution géologique du sol. Nous avons beaucoup admiré aussi l'Herbier forestier de France, consistant en planches admirablement photographiées par M. de Gayffier, fonctionnaire supérieur de l'administration forestière de Paris.

Dans le jardin, d'habiles pépiniéristes ont exposé de nombreux spécimens d'arbres forestiers et d'ornement. Les conifères spécialement étaient représentés de la manière la plus remarquable par MM. Cochet, Deseine, Oudin, Defresne, Seneclause et d'autres. Nous mentionnerons dans cette intéressante catégorie des résineux, quelques essences nouvelles qui, d'après l'expérience acquise en France, conviennent pour la grande culture; ce sont : le sapin de Nordmann, le pinsapo, le cyprès-chauve, le Sequoia et le thuya gigantea. Dans la région méditerranéenne, on dit merveilles de l'acclimatation de l'Eucalyptus d'Australie.

Des faits extraordinaires de *transplantation de grands arbres* se sont accomplis, à l'occasion de l'Exposition universelle. Cette pratique, renouvelée, paraît-il, des Égyptiens, réussit ordinairement, même sans grandes précautions. On se promenait dans le parc réservé, à l'ombre de grands arbres et d'arbustes d'essences fort nombreuses qu'on y avait amenés avant le mois d'avril et même plus tard : la plupart provenait du jardin du Luxembourg; d'autres arrivaient de loin, par

exemple, les magnolia de M. Louis Leroy, d'Angers. Beaucoup d'arbres fruitiers, poiriers, pêchers et autres, après avoir subi cette épreuve, portaient déjà des fruits en automne, à la fin de l'Exposition. Il convient de dire que les racines de ces arbres étaient enfouies dans le meilleur terreau.

Mais la plus remarquable de ces transplantations à grande distance est celle des énormes palmiers qui furent envoyés de Hyères, par M. Denis, et qui furent dressés dans le grand pavillon central. Nous les avons vus arriver, vers la fin d'avril, dans un état d'apparence fort pitoyable, avec les racines mutilées et les feuilles froissées par la longueur du voyage : ces arbres mesuraient, si nos souvenirs sont exacts, de 7 à 8 mètres de hauteur. Ils reprirent vie et bonne santé avec une rapidité extraordinaire. De nouvelles palmes et de jeunes racines se développèrent en peu de semaines. Dès le milieu de l'été, ils se présentaient sous la plus élégante apparence. Cependant la transplantation des palmiers passait en jardinage pour être particulièrement délicate. Le fait que nous venons de rapporter, et qui s'est produit sous les yeux d'un nombreux public, montre que cette croyance n'est pas toujours fondée.

Ces arbres superbes eurent le pire destin : on les réservait pour le jardin municipal de la ville de Paris, où il fut également question de transférer la grande serre. Mais le terrible ouragan du 1er décembre renversa la serre, dont les débris mirent en pièces tout ce qu'elle renfermait encore.

Cet envoi, à Paris, de grands palmiers développés rapidement sous le beau ciel du Midi, nous suggère une autre réflexion qu'il n'est pas inutile d'exprimer ici. On sait combien le développement de ces végétaux, et de beaucoup d'autres que le commerce réclame pour l'ornementation des jardins d'hiver, est lent, difficile et dispendieux dans nos serres. Beaucoup de ces végétaux prospèrent, au contraire, à l'air libre et avec

une rapidité dont nous n'avons pas d'idée ici, quand ils sont cultivés sous l'heureux climat de la Méditerranée, dans le département du Var, etc. Or, par le temps qui court de communications rapides et de transports faciles, il pourra se faire bientôt que nos horticulteurs recevront du midi de la France des végétaux de haute taille et de grand développement, à des conditions plus avantageuses que celles de leur *élevage* sur place. Il en est déjà certainement ainsi pour diverses plantes sub-tropicales, telles que les caladium, les canna, etc., qu'on recherche aujourd'hui pour l'embellissement des jardins pendant l'été.

CLASSE LXXXVIII.

PLANT DE SERRE.

COMPOSITION DU JURY.

Fr. de Cannart d'Hamale, sénateur, à Malines, *président* . .	Belgique.
Chatin, professeur à l'école de pharmacie, *vice-président*. . .	France.
Barillet, jardinier en chef de la ville de Paris, *rapporteur* . .	Id.
Morren, professeur à l'université de Liége, *suppléant*. . . .	Belgique.

Jurés associés.

L. Van Houtte, à Gand.	Bruxelles.
V. Van den Hecke, à Gand	Id.
De Graet-Bracq, à Gand	Id.
Warocquié, à Mariemont	Id.
F. Wiot, à Liége.	Id.
Pynaert, à Gand	Id.
F. Kegeljan, à Namur	Id.
Prosper Morren, à Bruxelles.	Id.
René Della Faille, à Anvers	Id.
A. de Meester, à Anvers	Id.

C'est particulièrement dans la 88e classe, *plantes de serre*, que l'horticulture belge s'est distinguée ; elle y a obtenu :

Le grand prix avec objet d'art;

Deux médailles d'or ;

Huit médailles d'argent,

Quatre médailles de bronze;

Sept mentions honorables;

Une médaille d'or, pour collaboration.

---

(1) M. Morren a rempli les fonctions de rapporteur général auprès du Jury du groupe et il a rédigé le rapport concernant la classe 88e, dans les *Rapports du Jury international*, publiés sous la direction de M. Michel Chevalier (Tome XII, p. 643.)

Nous, qui avons suivi de près cette longue exposition, incessamment renouvelée pendant sept mois, nous pouvons affirmer que les plantes belges ont toujours excité le plus vif intérêt dans les serres du jardin réservé. La culture de la végétation tropicale est, en effet, singulièrement développée parmi les Belges.

Cette culture est en Belgique la source d'un commerce considérable. Les données statistiques manquent pour l'apprécier autrement qu'en termes généraux; mais une enquête que nous espérons voir prochainement instituée, permettra sans doute d'être plus affirmatif dans une autre circonstance.

M. J. Linden, de Bruxelles, a été le premier lauréat de l'Exposition universelle de 1867, comme il l'a été à Amsterdam en 1865, à Londres en 1866, et à Saint-Pétersbourg en 1869. Nous avons exposé ailleurs les importants voyages d'exploration botanique que M. Linden a personnellement accomplis au Mexique, au Brésil et à travers d'autres régions du nouveau monde (1). Depuis lors, il a fondé, à Bruxelles, un établissement spécialement consacré à l'introduction, dans les cultures d'Europe, des plantes nouvellement découvertes dans les régions exotiques. Cet établissement a une notoriété universelle; il est le plus important qui existe dans le monde, et il a rendu des services également considérables à la science et au commerce. Depuis qu'il séjourne en Europe, M. Linden est secondé par d'intrépides collaborateurs, qui explorent à ses risques et périls les Flores encore inconnues.

Parmi ces missionnaires de la science, l'un des plus intrépides et des plus heureux est M. G. Wallis, auquel le jury a décerné une médaille d'or, en qualité de collaborateur de

---

(1) *Rapports du Jury international,* tome XII, p. 703, et *Belgique horticole,* 1867, p. 235.

M. Linden (1). Les explorations de M. Wallis ont été dirigées particulièrement dans les vallées des affluents supérieurs de l'Amazone.

La description technique des plantes nouvelles qui valurent à M. Linden les palmes et les couronnes du neuvième groupe, est plutôt du ressort des ouvrages de botanique que d'un rapport d'ensemble. On les trouve, en effet, mentionnées à chaque page, dans les recueils scientifiques les plus accrédités. La liste de ces plantes nouvelles présentées à l'Exposition de 1867 n'ayant été publiée nulle part, nous croyons au moins nécessaire de la produire ici comme un document historique qu'il sera souvent utile de consulter.

Plantes nouvelles de M. Linden, en 1867 (2) :

Adiantum mathewsianum.
Ærides japonicum (3).
Alloplectus bicolor.
» sp. de Mozobomba.
Alsophila amazonica.
» denticulata.
» elegantissima.
» gigantea.
» ornata.
» pygmæa.
» Schefferiana.
Anthurium crinitum.
» regale.
» trilobum.

(1) Voyez *Rapports du jury international*, t. XII, p. 709.
(2) Sous les noms donnés par l'exposant et sous sa responsabilité.
(3) Voyez *Bot. Mag.* 1869, pl. 5798.

Bactris sp. (Rio-Negro).
Bignonia ornata (Rio-Negro) (1).

Calamus refractus.
Catasetum cristatum (Rio-Negro).
» sp. nova.
Cattleya Eldorado (2).
» trianæi.
Cissus argentea (3).
Cochliostemma jacobianum (4).
Cocos elegantissima.
Colocasia Barilleti.
Cyanophyllum spectandrum.
Cyathea funebris.

Desmonchus sp.
Dichorisandra mosaica.
» undata (5).
Dicksonia chrysotrycha.
Dieffembachia nobilis (Pérou).
Dieffembachia Wallisii.
Dracontium pertusum (Rio-Negro).

Echites rubro-venosa (6).
Epidendrum flos Christi.
Eranthemum (Herpestes) igneum (Pérou) (7).
Espelia grandiflora (Nouv.-Grenade).

---

(1) Voyez la *Belgique horticole*, 1867, p. 102.
(2) Voyez *Flore des serres*, XVIII, pl. 1826.
(3) Voyez la *Belgique horticole*, 1867, p. 103.
(4) Voyez *Bot. mag.* 1868, pl. 5705.
(5) Voyez la *Belgique horticole*, 1867, p. 103.
(6) Id. Id. Id. Id. p. 103.
(7) Id. Id. Id. Id. p. 104.

Ficus dealbata.
Fittonia gigantea.

Gunnera manicata (Brésil) (1).

Hemerocallis sp. (Japon).

Iresine sp. nova.

Koellensteinia ionoptera.

Lælia Wallisii.
Lasiandra (Pleroma) macrantha (Brésil) (2).
Livestona Hoogendorpi.

Maranta amabilis.
» Chimboracensis.
» cinerea.
» illustris (Equateur).
» Legrelleana (3).
» Liboniana.
» Mazelliana.
» metallica.
» princeps.
» transparens.
» virginalis (4).
» Wallisii (5).
Martinesia erosa.
Mesospinidium sanguineum (6).
Miltonia Regelii.

---

(1) Voyez la *Belgique horticole* 1867, p. 104.
(2) Voyez *Illustr. hort.* 1869, pl. 594.
(3) Voyez la *Belgique horticole*, 1867. p. 104.
(4) Voyez *Illustr. hort.* 1868, pl. 550.
(5) Voyez la *Belgique horticole*, 1867, p. 105.
(6) Id. Id. Id. 1869, p. 229.

Odontoglossum cristatum.
Oncidium holochrysum.
» nubigenum (1).
» serratum.
Oreopanax auriculatum.
» Costa Ricensa.
» lanigerum.
» tortile.
» Osyanum.
» umbraculiferum.

Phitelephas yarumagas.
Philodendron Lindenianum (Equateur) (2).
» Mozobamba.
Pilumna sp. nov. (Pérou).
Plectocomia histrix.

Rudgea nivosa.

Selaginella discolor (Nouvelle-Grenade).
Sigmatoscalix radicans.
Smilax marmorea.
Spathophyllum sp. (Pérou)
Stadmannia grandis (Brésil).

Tillandsia Lindeni (3).
Trichotesia ferox.

Ces végétaux sont comme les joyaux de la Flore de l'Amazone, du Pérou, du Brésil, de l'Équateur, de la Nouvelle Gre-

---

(1) Voyez la *Belgique horticole*, 1869, p. 337.
(2) Id. Id. Id. 1867, p. 105.
(3) Id. Id. Id. 1869, p. 321.

nade, etc. D'autres sont des bijoux ravis, pour le plus grand bien de la science, à la Polynésie, à l'Australie tropicale et à l'Afrique centrale.

Mais les introductions nouvelles auxquelles M. Linden consacre toute son activité et, nous pouvons l'affirmer, l'abnégation et le désintéressement le plus absolu, sont celles des végétaux utiles pour la science, pour le commerce, pour l'industrie, pour la médecine et pour l'alimentation. Son établissement de Bruxelles renferme la plus précieuse collection qui existe de ces plantes qui intéressent directement l'humanité : sous ce rapport, il présente un véritable caractère d'utilité publique, et il est hautement apprécié des savants. Il a notamment rendu des services dans l'importante affaire de l'acclimatation des quinquinas aux Indes orientales.

Il a excellé dans un grand nombre de spécialités de la 88e classe : ses orchidées, ses marantacées, ses broméliacées, ses aroïdées ont été particulièrement remarquées. Il en est de même de ses palmiers : l'un deux, un *Seaforthia robusta*, est, eu égard à son espèce, le plus fort qui ait été exposé. Mêmes mérites en ce qui concerne les fougères en arbre.

Les médailles d'or de la 88e classe sont échues à Madame Legrelle-d'Hanis, à Anvers, et à M. Ambroise Verschaffelt, à Gand.

Madame Legrelle-d'Hanis a depuis longtemps rendu son nom célèbre en horticulture. Cette aimable et savante dame tient entre ses mains le sceptre de la Flore des jardins en Belgique; cette prééminence lui est acquise par ses succès à l'Exposition de Paris, succès qui la placent en tête de tous nos amateurs d'horticulture, et on lui doit de vives expressions de reconnaissance pour les sacrifices qu'elle s'est gracieusement imposés dans le seul but de représenter dignement l'horticulture belge. Ses plantes de serre, ses palmiers, ses theophrasta,

ses aroïdées, ses yucca et surtout son célèbre *Encephalartos Altensteinii* ont été particulièrement admirés.

M. Ambroise Verschaffelt a soutenu avec le plus grand honneur la réputation de l'horticulture gantoise. Il l'a représentée, à plusieurs reprises, par des plantes nouvelles, par des palmiers nouveaux, des pandanées, des cycadées, des azalées, etc. Son célèbre établissement est un modèle d'ordre et de bonne tenue ; M. A. Verschaffelt a montré à quel degré d'honorabilité et de distinction peut conduire la pratique bien ordonnée de l'horticulture.

Lorsque nous aurons signalé deux amateurs, Mlle Zoé de Knyff, à Waelhem (Chevaliera), et M. F. Muller, à Bruxelles (*yucca pendula*), et un horticulteur, M. J.-F. de Beuckelaer, à Saint-Josse-ten-Noode (dræcena et azalées), nous ne rencontrerons plus que des Gantois dans la longue liste de lauréats de la 88e classe. Ainsi se manifeste, au grand jour, dans les occasions solennelles, la suprématie du vrai mérite, car l'on sait que la ville de Gand est par excellence la ville des fleurs.

Nous rencontrons d'abord un groupe d'amateurs zélés et dévoués, *M. de Ghellinck de Walle* et *M. de Graet-Bracq*. Le premier a exposé à grands frais une collection de Cycadées aussi remarquables par la rareté que par le développement ; le second a brillé parmi les exposants d'azaléas et de rhododendrons.

M. *Van Hulle,* jardinier chef de l'Université, a, comme il convient dans la position scientifique qu'il occupe, mis sous les yeux du public un choix de plantes utiles des tropiques, etc. ; de plus, une des plantes les plus difficiles à cultiver, la célèbre *Victoria regia* de l'Amazone.

La culture, l'amélioration et le commerce des azalées de l'Inde est une des spécialités les plus importantes de l'horticulture gantoise. Elle a été représentée à Paris de la manière la

plus distinguée, non-seulement par M. A. Verschaffelt et M. de Graet-Bracq, que nous avons déjà cités, mais spécialement par M. D. Vervaene père, MM. Jos. Vervaene et Cie, MM. J. Vervaene et fils, M. C. Vandercruysse, M. L. Desmet, M. X. Maenhout. Le nom de Vervaene se confond presque avec celui des azalées, tant ces habiles jardiniers ont consacré de travail à l'amélioration de la plante de leur prédilection, Dominique Vervaene surtout. La lutte a été vive entre les azalées de Gand et celles de Londres, et c'est de haute lice que la victoire est restée aux Belges. Dominique Vervaene a été couronné pour la plus belle azalée de l'Exposition.

Une autre spécialité de l'horticulture commerciale de Gand a pour objet les *végétaux d'ornement*, dans le sens le plus étendu de ce mot. Outre quelques noms que nous avons déjà cités, nous rencontrons ici, parmi les lauréats, M. Jean Verschaffelt, M. A. Dallière, M. Stelzner et M. L. Desmet. *M. Jean Verschaffelt* a brillé au premier rang dans l'exposition des *Agave, Bonapartea* et *Dasylirion*, l'une des plus remarquées au Champ-de-Mars ; *M. Dallière* a présenté des palmiers fort intéressants ; *M. Stelzner* a su attirer l'attention sur des fougères et des araliacées remarquables ; *M. L. Desmet* avait envoyé des broméliacées, des ilex et diverses plantes de serre tempérée.

Enfin, les autres lauréats de la classe sont : *M. Boelens (Amaryllis* et *Ligularia), M. F. Coene (Fuchsia)* et *M. F. Vandamme (Camélias).*

Chacun ainsi semble s'être réservé son parterre dans les jardins de Flore. C'est par la répartition des cultures entre un grand nombre de cultivateurs, que l'horticulture gantoise est parvenue au degré de perfection que chacun lui reconnaît.

En France, et particulièrement à Paris, on ne considère pas les plantes en amateur, c'est-à-dire en dilettante de l'horti-

culture comme en Belgique; mais on les envisage surtout comme un élément de l'ornementation des appartements. Le commerce des plantes propres à garnir et à embellir l'habitation et les jardins d'hiver est actif et florissant. *M. Chantin*, de Paris, auquel la 88e classe a décerné un grand prix, excelle dans ce genre. Il a fourni le jardin réservé, pendant toute la durée de l'Exposition, d'une nombreuse série de plantes remarquables, parmi lesquelles ses camélias, cycadées, palmiers, fougères en arbre et caladiums, ont surtout provoqué l'admiration.

Nous mentionnerons ce qui a été le plus remarqué dans les contingents français. Les orchidées exotiques ont été constamment en grand nombre, grâce à M. le comte de Nadaillac, M. Guibert (M. Leroy, jardinier), MM. Thibaut et Keteleer, le duc d'Ayen, M. G. Luddemann. Les caladium de M. Bleu, à Paris, ont provoqué une vive sensation. Les gloxinia de M. Carcenac, à Bougival (M. Vallerand, jardinier,) ont révélé une race nouvelle et inattendue (1). Les cactées de M. Fr. Cels, de M. Pfersdorff, de M. Ramus, ont constamment rempli une serre des bizarreries les plus étranges du règne végétal. Les broméliacées de M. Cappe et de M. Luddeman formaient une collection nombreuse. Parmi les lots de moindre importance, nous rappellerons les plantes de serre de MM. Knight, Rendatler, Bonâtre, Huillier, les pelargonium de M. Malet, etc.

L'Allemagne a été convenablement représentée dans cette classe. M. Léopold Killermann, de Liesing près de Vienne, avait envoyé de singulières aroïdées obtenues de semis, à la suite de fécondations croisées; M. Kolb, de Munich, a montré des végétaux aquatiques d'origine exotique; M. C. Bouché, jardinier-chef du Jardin botanique de Berlin, a représenté ce

---

(1) Voyez la *Belgique horticole*, 1867, p. 289.

célèbre établissement par des plantes à feuillage ornemental.

La Société de Flore, à Cologne, s'est distinguée de la même façon; M. Haage fils, d'Erfurt, a exposé des agaves.

D'Angleterre, nous devons mentionner MM. Veitch, qui toutefois ont plus particulièrement primé dans la classe 84e, et M. William Bull, qui a fait voir quelques plantes nouvelles et des orchidées.

MM. Willinck-Win et Groenerwegen, d'Amsterdam, ont personnifié l'introduction de la végétation de Java, par l'exposition de quelques rares lycopodiacées (Lycopodium tetrastichum et Hemionetis), fougères et orchidées (Anectochilus, Macodes, Pogonia et Nephelaphyllum), de cette colonie; et, enfin M. Ferdinand Mueller, le célèbre directeur du Jardin botanique de Melbourne, a, par la présentation d'un *Balantium antarcticum*, signalé au jury de 1867 ses nombreux et importants envois de végétation australienne en Europe.

Il ressort de ce qui a été établi à l'Exposition universelle de 1867, que notre pays est au premier rang dans le monde, pour l'introduction, dans les cultures européennes, des végétaux nouvellement découverts dans les régions à peine explorées de l'ancien et du nouveau continent. Il rivalise avec succès, sous ce rapport, avec la Grande-Bretagne, et il distance considérablement toutes les autres nations. Par suite, l'horticulture belge alimente un commerce important et rend de grands services à la science. Les plantes nouvelles, que notre horticulture produit incessamment au grand jour de la publicité et qu'elle multiplie par les procédés les plus délicats, sont connues à l'étranger sous le nom de *plantes belges*. Ce résultat est d'autant plus surprenant que la Belgique est sans colonies et à peu près sans marine.

Il s'explique par l'état florissant de notre horticulture, par l'importance du chiffre d'affaires qu'elle réalise chaque

année, et il provient de l'initiative et du dévouement de quelques hommes entreprenants et convaincus, en tête desquels nous devons citer M. J. Linden, MM. A. et J. Verschaffelt, MM. Van Geert, etc.

Ensuite, nos semeurs qui, par la sélection, par le métissage et par l'hybridation, font développer des variétés nouvelles, supérieures en beauté ou en qualité à celles qui existaient auparavant, contribuent aussi pour une bonne part au renom horticole de notre pays. Parmi eux, nous pouvons citer M. Dominique Vervaene, de Gand, dont les semis ont amélioré les azaléas d'une manière incomparable.

Enfin, les horticulteurs belges, par leurs relations incessantes avec l'étranger, ne laissent passer inaperçue aucune *nouveauté* signalée, où que ce soit, et souvent au prix de grands sacrifices, en font l'acquisition, pour la multiplier et la répandre avec l'habileté qu'on leur connaît.

ÉPILOGUE.

Un coup d'œil sur l'ensemble de l'horticulture européenne montre que cette industrie, tout en étant généralement répandue, même dans tous les détails de sa production, a développé ses plus importantes spécialités dans des localités différentes, en raison des circonstances climatériques. Ainsi, par exemple, la floriculture excelle à Paris, la rose à Bourg-la-Reine, le glaïeul à Fontainebleau, le chasselas à Thomery, la pêche à Montreuil, l'asperge à Argenteuil. Nancy peut citer ses fleuristes; Angers, Metz et Orléans, leurs pépinières. Erfurt,

en Thuringe, et Hyères, dans le Var, produisent une grande quantité de graines. Haarlem est célèbre par ses plantes bulbeuses, et Londres est un centre important d'importations exotiques. Quant à nous, en Belgique, nous pouvons à bon droit nous attribuer la suprématie dans la spécialité des camélias, des azaléas, des amaryllis, des palmiers, et d'une foule de végétaux des tropiques, et nous enorgueillir des plantes nouvelles que nos horticulteurs introduisent directement dans les cultures européennes.

Nulle part au monde l'horticulture n'est plus générale et plus intensive qu'en Belgique. Cette supériorité s'est clairement manifestée à l'Exposition de 1867, ainsi qu'il ressort de l'examen des résultats généraux des concours du IXme groupe.

Le nombre des exposants s'est élevé à 520, dont :

400 français,
48 belges,
26 allemands du Nord,
4 autrichiens,
12 néerlandais,
9 anglais,
21 d'autres nationalités,
—————
520.

Le nombre des lots a été de 2080, dont :

1764 de France,
217 de Belgique,
99 d'autres pays.
—————
2080.

On peut évaluer à 100,000 le nombre des plantes exposées.

Le programme comportait 1070 concours. Les deux tiers ont été fournis.

Le nombre des récompenses a été de 486, savoir :

5 grands prix,
43 médailles d'or,
122 médailles d'argent,
173 médailles de bronze,
143 mentions honorables.

Sur ce nombre, la France a obtenu 377 récompenses, la Belgique 45, et les autres pays ensemble 64. Soit pour la Belgique 9, 4 p. c. des récompenses. Elles ont été ainsi réparties, savoir :

1 grand prix avec objet d'art,
3 médailles d'or,
12 médailles d'argent,
17 médailles de bronze,
12 mentions honorables.

Il peut être remarqué qu'aujourd'hui, comme au XVIe siècle, ce sont les provinces flamandes qui ont manifesté cette suprématie de l'horticulture nationale. Sur 45 exposants belges qui ont été primés, 35 habitent l'ouest et le nord de la Belgique. Dans la 88e classe, qui concerne l'horticulture intensive, les 21 exposants belges sont tous des Flandres, d'Anvers ou du Brabant. La ville de Gand marche en tête.

Notre caractère national, enclin au sensualisme artistique; notre situation topographique à la limite des régions tempérées et au voisinage de la mer, et enfin, notre sol meuble et fertile, nous paraissent les causes principales du développement de l'horticulture. Celle-ci se place, chez nous, entre les

beaux-arts et les arts industriels. Nos horticulteurs, tout en étant d'excellents industriels, qui entendent parfaitement leurs intérêts commerciaux, sont aussi des artistes amoureux de leur art et de leurs productions.

Les conditions de l'horticulture ont bien changé en Belgique, depuis le XVI[e] siècle. Malgré les titres attribués à Pierre Coudenberg, pharmacien d'Anvers, et à Guillaume de Blasere, échevin de Gand, il n'est guère permis d'assurer qu'il existât à cette époque une seule serre dans les Pays-Bas. Aujourd'hui, la surface vitrée qui, en Belgique, est consacrée à la culture des végétaux exotiques, représente une étendue et surtout une valeur considérable. Ce ne sont plus quelques plantes d'Orient, des tulipes ou des jacinthes, quelques végétaux du Cap, comme des aloès et quelques prémices du nouveau monde qu'on élève à grand'peine, mais des milliers de représentants de toute la Flore du globe, qui se développent à nos yeux, dans toute leur magnificence. Nos jardins, nos vergers, nos potagers, nos champs et même nos prés, se sont enrichis de précieuses acquisitions.

Le concours universel de 1867 a consacré le titre que les botanistes du XVI[e] siècle se plaisaient à donner à la Belgique : Celui de jardin de l'Europe (1).

ÉDOUARD MORREN.

---

(1) Voyez le célèbre *Discours sur l'état ancien et moderne de l'agriculture et de la botanique dans les Pays-Bas*, par Ch. Van Hulthem. Gand, 1817.

CLASSES LXXXIX & XC.

CLASSE 89. — MATÉRIEL ET MÉTHODES DE L'ENSEIGNEMENT DES ENFANTS.

COMPOSITION DU JURY.

Flandin, conseiller d'État, membre du Conseil impérial de l'instruction publique, membre du jury international de 1862, *président*. . . . . France.
Léon Plée. Id.
Marguerin, directeur de l'École municipale Turgot . . . . Id.
Laurent de Rillé, président honoraire de l'Association des orphéons de la Seine . . . . Id.
De Boe, ancien membre de la Chambre des représentants et de la Commission belge de l'Exposition universelle de 1862, membre du Conseil de perfectionnement de l'enseignement moyen, *secrétaire-rapporteur* . . . . Belgique.
Altgelt, conseiller intime de régence, à Dusseldorf, *vice-président*. Prusse et États de l'Allemagne du Nord.
Le chevalier Pascal **Villari**, professeur à l'Institut royal de perfectionnement pour les études supérieures, à Florence . . . Italie.
Rev. Canon. **Norris**. . . . . Grande-Bretagne.
Suppléant : **E.-C. Johnson**, Esq. . . . . Id.

CLASSE 90. — BIBLIOTHÈQUE ET MATÉRIEL DE L'ENSEIGNEMENT DONNÉ AUX ADULTES DANS LA FAMILLE, L'ATELIER, LA COMMUNE OU LA CORPORATION.

COMPOSITION DU JURY.

Charles Robert, conseiller d'État, secrétaire général du Ministère de l'Instruction publique, membre du jury international de 1862, *président* . . . . France.
Ph. Pompée, fondateur et directeur de l'École professionnelle d'Ivry, membre du Conseil supérieur de l'enseignement secondaire spécial, vice-président de l'Association polytechnique,

rapporteur	France.
Demarquay, chirurgien en chef de la Maison municipale de santé et du Conseil d'État, membre du jury international de 1855	Id.
De Mofras, secrétaire d'ambassade, *secrétaire*	Id.
Sébastien Cornu, peintre d'histoire.	Id.
Leins, conseiller supérieur, architecte, à Stuttgard	Wurtemberg.
Kornhuber, professeur à l'École polytechnique de Vienne . .	Autriche.
Mariano Cardera	Espagne.
Rev. **W. Rogers**, *vice-président*.	Grande-Bretagne.
Suppléant : Rev. M. **Mitchell**.	Id.

OBJET DU RAPPORT.

Le groupe X de l'Exposition universelle de 1867 comprend les objets spécialement exposés en vue d'améliorer la condition physique, morale et intellectuelle de la population qui s'adonne à l'industrie, au commerce et à l'agriculture.

Il se subdivise en sept classes dont les deux premières, les classes 89 et 90, ont pour objet l'histoire, l'organisation et la statistique de l'instruction publique, représentée par les documents qui s'y rapportent, les programmes et les méthodes de l'enseignement, ainsi que le matériel des écoles.

Dans ce cadre nettement délimité, mais très-vaste dans son amplitude, on a joint à l'exposition des choses l'exposition des idées et des systèmes; on a convié les peuples à s'emprunter non-seulement les inventions et les améliorations de l'ordre matériel, mais encore les innovations de l'ordre intellectuel et administratif. Pensée libérale qui survivra dans sa fécondité à l'Exposition et dont l'un des moindres résultats sera de battre en brèche l'ignorance trop profonde où les nations se trouvent, les unes à l'égard des autres, des principes et des règles de leur organisation administrative réciproque.

Peu d'entre elles, il est vrai, se sont rendues d'une manière complète ou satisfaisante à l'appel qui leur a été fait, et nous avons constaté de regrettables lacunes. Les abstentions sont nombreuses, surtout de la part des pays qu'il nous eût été le plus important d'étudier. La Belgique elle-même n'a pas répondu comme elle aurait pu le faire. C'est que l'exposition des classes 89 et 90 ne pouvait réussir qu'à l'aide du concours intelligent et empressé des gouvernements, et ce concours, pour des causes que nous n'avons pas à apprécier, a trop souvent fait défaut.

Dans tous les pays, en effet, où l'enseignement des masses a reçu de larges développements et atteint ses plus hauts degrés de perfectionnement, il doit ce double résultat, même dans les pays les plus renommés pour leur initiative individuelle, à l'action éclairée et énergique de l'autorité civile. C'est elle qui partout, d'une manière plus ou moins satisfaisante, est en mesure de fournir les documents et les renseignements sur l'instruction officielle ou libre ; c'est elle qui, par les conditions qu'elle met à la collation des diplômes ainsi qu'à l'accès de certaines fonctions et professions, a la haute main sur les méthodes et les programmes ; c'est elle encore qui, grâce aux vastes ressources dont elle dispose, possède, à de rares exceptions près, le matériel le plus complet et nous offre l'image des écoles les mieux aménagées.

Dans l'examen que nous allons faire, nous diviserons les branches d'enseignement, en prenant pour base le temps que les enfants peuvent consacrer à l'école et la profession à laquelle ils se destinent : base réelle de toute bonne organisation de l'instruction, mais dont on n'a pas jusqu'ici, en maint pays, suffisamment tenu compte, de telle sorte que l'on a sacrifié à l'aristocratie intellectuelle, qui dispose d'assez de fortune et de temps pour aborder les hautes études, la classe

moyenne et populaire qui ne peut donner à l'enseignement régulier que les douze, les quinze ou les dix-huit premières années de la vie.

Tout enseignement, en effet, doit être *complet*, et, pour être complet, il doit être à la fois général et spécial, c'est-à-dire qu'il doit :

1° Développer, d'une manière générale, la puissance créatrice de l'intelligence et les facultés morales, abstraction faite du travail spécial auquel l'enfant, devenu homme, s'adonnera. C'est surtout l'œuvre de l'enseignement littéraire classique ou moderne.

2° Donner à l'enfant l'instruction spéciale qu'exige le milieu dans lequel il se trouve appelé à vivre et la nature des fonctions que sa position sociale ou ses facultés exceptionnelles l'appellent à remplir. C'est principalement l'œuvre de l'enseignement scientifique et des exercices manuels.

L'enseignement, en un mot, doit former l'homme, non pas l'homme stationnaire de la cité antique, mais l'homme progressif de la société européenne, c'est-à-dire qu'en même temps qu'il forme, par la science, des jurisconsultes, des médecins, des théologiens, il doit former aussi, par la science, des artisans, des contre-maîtres, des fermiers, des industriels et des commerçants.

Distincts en théorie et parfois en pratique, ces deux enseignements sont généralement combinés dans les mêmes cours.

Nous rechercherons comment il a été satisfait à cette règle dans chacun des pays conviés à l'Exposition, et, partant de cette base, nous traiterons :

1° De l'enseignement primaire élémentaire qui se termine vers la douzième année. C'est l'enseignement qui revient à tout individu, homme ou femme, riche ou pauvre, et qui, par rachat d'un passé déplorable, doit être donné à des adultes;

2° De l'enseignement primaire supérieur, ou enseignement moyen du degré inférieur. Il instruit l'enfant jusque vers la quinzième année. C'est l'enseignement qui se donne dans nos écoles moyennes et dans les classes inférieures des sections professionnelles de nos athénées. C'est l'enseignement des petits commerçants, des petits industriels, des fermiers, en attendant que, par suite du développement de la richesse publique et du progrès des idées libérales, il devienne l'enseignement du peuple;

3° De l'enseignement basé sur l'étude des langues modernes et des sciences, indispensable à l'homme destiné à vivre, non de la vie paisible, studieuse et un peu locale du magistrat, de l'avocat, du médecin, du fonctionnaire et de l'employé, mais de la vie agitée, toute pratique et cosmopolite qu'impose la direction des grandes affaires commerciales, industrielles et financières;

4° De l'enseignement technique proprement dit, tel qu'il se donne dans nos écoles industrielles, et dont le but est de remplacer l'apprentissage mécanique par l'apprentissage scientifique; de substituer au manœuvre ignorant et travaillant d'après les règles de la routine l'ouvrier instruit et travaillant d'après les règles de la science.

Nous ne parlerons de l'enseignement des humanités qu'en tant qu'il se trouve en lutte avec l'enseignement littéraire moderne, et nous laisserons de côté, faute de renseignements, d'espace et de temps, l'enseignement supérieur : *général*, comme l'enseignement des lettres, de la philosophie et des sciences pures; *spécial*, comme l'enseignement du droit, de la médecine, de la théologie, des sciences appliquées ou des beaux-arts. Encore, dans ce cadre restreint, bornerons-nous le champ de nos études et donnerons-nous plus d'une appréciation sous la forme du doute. Mainte question, après de

longues recherches, est restée pour nous insoluble. Nous ne trancherons donc rien et nous nous bornerons à provoquer l'étude et la discussion, faisant du reste amende honorable de nos erreurs, et nous réservant de présenter plus tard, s'il y a lieu, un travail plus précis et plus complet.

INSTRUCTION POPULAIRE.

SON IMPORTANCE GÉNÉRALEMENT RECONNUE.

La diffusion de l'instruction primaire dans les masses domine de loin, par son importance humanitaire, politique, économique et sociale, les questions nombreuses que soulève l'organisation de l'enseignement public. L'instruction donne la prévoyance, celle-ci conduit à l'épargne et l'épargne ouvre la voie du crédit. C'est par l'instruction, la prévoyance, l'épargne et le crédit que se forme la bourgeoisie, c'est-à-dire cette classe dont l'esprit d'ordre, l'aisance et le caractère indépendant font la vraie force des États dans la civilisation moderne.

L'homme du peuple pauvre et ignorant prévoit peu. — C'est là, dans sa plus lointaine origine, la cause première de ses malheurs. — Soumis dès l'enfance à toutes les vicissitudes des saisons, des salaires, des crises agricoles, industrielles et commerciales, souffre-douleur de toutes les calamités prévues et imprévues qui affligent l'humanité; objet d'exploitation économique dans le passé, objet d'exploitation politique dans le présent, il voit dans l'avenir, que commande plus ou moins celui qui sait et qui possède, une énigme, et vit au jour le jour. Cette insouciance du lendemain, il la puise dans l'éducation, il l'a reçue de ses pères qui l'avaient reçue de leurs pères à eux, et il la transmet à ses enfants. Il a de plus, sur la

nature de l'autorité paternelle, des idées toutes romaines. Pressé par l'aiguillon de la misère, il est enclin à considérer son enfant comme une chose qui doit produire dès qu'elle le peut. Il lui a donné la vie, il lui a donné le pain; que l'enfant aide à son tour à fournir la subsistance commune:

Il n'admet point qu'instruit et fortifié de corps, l'enfant sera plus tard d'une plus grande utilité à la famille et rendra avec usure ce petit salaire dont on se sera privé en l'envoyant à l'école plutôt qu'à la fabrique et aux champs. Capitaliser est chose difficile pour le riche, à bien plus forte raison pour le pauvre. L'ignorance entretient l'imprévoyance, et l'imprévoyance entretient l'ignorance, tel est le cercle dans lequel tourne le peuple depuis que l'humanité existe.

Ceux, en petit nombre, qui l'ont su franchir jadis, ont formé le tiers état de l'ancien régime dont les membres, s'élevant de génération en génération sur les degrés de l'échelle sociale, se sont substitués peu à peu dans les fiefs, les seigneuries, les idées et les sentiments des familles féodales éteintes, et forment la majeure partie de la noblesse moderne (1). Ceux qui l'ont franchi plus tard, et qui le franchissent encore de nos jours, forment la bourgeoisie contemporaine.

Tout le monde veut l'amélioration de la condition intellectuelle des classes laborieuses. Cela se dit dans toutes les langues et se répète sur tous les tons. Les temps sont passés où, à la suite de bouleversements populaires mal étudiés et mal compris, des esprits étroits et se croyant conservateurs, voyaient dans l'instruction du peuple la cause des révolutions

---

(1) Comparer les noms des possesseurs des fiefs et des seigneuries au XVme siècle avec les noms de leurs possesseurs à la fin de l'ancien régime. Voir, à cet effet, d'une part, les cartulaires de fiefs dressés à la fin du XVme siècle; de l'autre, les divers nobiliaires de la fin du XVIIIme siècle.

et la dénonçaient comme le germe fatal de bouleversements nouveaux.

Mais le concert cesse lorsqu'il s'agit d'admettre les conditions indispensables pour atteindre le but.

L'histoire du passé et l'histoire du présent, celle des États ou tout le monde sait lire, écrire et compter et celle des États où l'instruction primaire est exclusivement l'apanage des classes aisées ou riches, prouvent que l'initiative privée, stimulée même par l'esprit de propagande religieuse ou philosophique, ne saurait suffire aux besoins de l'instruction populaire, et que celle-ci réclame, pour la diffusion, le concours de forces multiples, dont les principales sont l'action énergique de l'État et le maintien de la paix.

SES ORIGINES. — L'ANTIQUITÉ.

L'enseignement ne date pas d'hier. Mais l'enseignement du peuple est un fait moderne.

Dans toute société, les générations qui disparaissent, lèguent à celles qui leur succèdent dans la vie le dépôt de leurs connaissances, et cet enseignement, sans être scientifique, devient systématique, dès que la culture de la société est en progrès.

On trouve l'enseignement mutuel pratiqué dans l'Inde dès les temps les plus reculés.

C'est chez les populations ariennes des rives de l'ouest de l'Indus et du Gange que l'érudition moderne cherche le berceau de notre race, de notre langue, de nos idées et de nos institutions (1).

---

(1) Voir : pour la filiation des langues, BOPP. — Pour la filiation des coutumes et des mœurs, AD. PICTET. — Pour la filiation des institutions, THONISSEN et FUSTET DE BOULANGER *La Cité antique*. — Pour la filiation des rites religieux, FUSTET DE BOULANGER, *La Cité antique*.

On enseignait en Égypte, le pays de l'antique sagesse. Ses monuments sont des livres qui parlent de religion, de philosophie, d'histoire, d'astronomie, de législation. Mais la caste sacerdotale seule en connaît l'écriture. Pour la foule, elle est un mystérieux symbole.

On enseignait chez les Sémites, peuples aux traditions lointaines, chez lesquels le père transmettait au fils, comme une partie précieuse de son héritage, les souvenirs, les origines et les annales de la tribu. C'est des peuples sémitiques que nous viennent les meilleurs instruments de l'expression de la pensée et les sentiments qui depuis des siècles forment une si large part du domaine intellectuel du peuple. Les Phéniciens nous ont donné leurs lettres, les Arabes nous ont transmis leurs chiffres et les Hébreux nous ont laissé la Bible. C'est dans une tribu d'Israël, et par l'enseignement du peuple, que s'opéra la plus grande révolution morale de l'histoire. Qui ne connaît les préceptes et les apologues populaires, donnés le soir aux bords de la mer de Galilée et sous les portiques du temple de Salomon? Qui n'a lu et relu le discours du Mont-Thabor, cette charte populaire de l'humanité, dont le XIXme siècle cherche à faire une vérité?

L'histoire de la Grèce s'ouvre par l'initiation. Des étrangers apportent aux populations de l'Attique, de la Béotie et du Péloponèse l'alphabet; elles leur enseignent l'agriculture, leur donnent des dogmes et des rites. Éprise d'arts, de lettres, d'éloquence, de philosophie, enthousiaste de la beauté humaine au point de la faire divine, la Grèce forma l'intelligence de ses enfants aux jouissances de l'esprit, et Rome, qui lui prit ses chefs-d'œuvre, son génie littéraire et artistique, lui prit aussi son système d'éducation. On trouve les lettres grecques au Forum, dans les derniers siècles de la République et aux beaux jours de l'Empire. Les fils des patriciens et des cheva-

liers vont en Grèce se former à l'art de bien penser, de bien dire et de bien écrire.

Mais la démocratie antique est l'égalité entre les membres d'une aristocratie. L'homme du peuple n'est rien.

Le monde, qui soutenait l'esclavage, qui se plaisait aux combats des gladiateurs, à qui manquaient à la fois le respect de la dignité humaine et le sentiment de la charité ; le monde, qui méprisait tout travail autre que le travail de la pensée ou le maniement des armes, ne pouvait guère se préoccuper de l'enseignement du peuple. Ce qui se passait tout récemment dans les États du Sud de l'Union américaine nous donne la mesure de ce que devait être l'instruction populaire dans les cités brillantes et dans les campagnes des républiques et des monarchies antiques.

LE MOYEN AGE.

On trouve l'école au moyen âge. Les capitulaires en parlent, et quand, à la mort de Charlemagne, les prérogatives de l'autorité civile s'en sont allées en poussière, les papes qui cherchent à reconstituer la société en prenant en mains le vrai gouvernement du peuple, qui est la direction des esprits, les papes font de l'enseignement un devoir pour l'Église. Sous l'influence de la propagande religieuse, s'organise ou se développe l'enseignement moral et dogmatique, qui pendant des siècles fut la seule part faite aux besoins intellectuels des classes populaires.

La rudesse des temps, la guerre qui se fait sans trève, du vassal au suzerain, de la commune au seigneur, du métier à l'échevinage ; l'oppression du faible, générale dans ce siècle de peu de charité ; le monde féodal, en un mot, ne se prête guère à l'instruction, qui veut la paix et la liberté. Fixé par la main-

morte au sol qui l'a vu naître, résigné à ses misères, sauf en de rares jours de colère et de vengeance, hostile aux nouveautés, réfractaire à l'instruction, le paysan passe du berceau à la tombe sans que son horizon intellectuel ait embrassé autre chose que les notions indispensables à la vie religieuse et aux plus pressantes nécessités de la vie matérielle. Si l'ouvrier affranchi de sa personne et de ses biens par le droit de bourgeoisie des villes a quelque idée, les priviléges des corporations sont là qui l'arrêtent. Il faut qu'il fasse son apprentissage en se conformant à la routine, moyennant quoi il devient compagnon, maître, est privilégié à son tour et se fait adversaire de la concurrence, des nouveautés et de tout ce qui pourrait propager la connaissance de son art ou de son métier.

Dans ce temps où l'imprimerie n'existe pas, où les manuscrits sont plus chers que les éditions de luxe de nos jours, où la science est nulle et où l'on ne connaît des lettres que les œuvres des théologiens et quelques débris des littératures classiques échappés au grand naufrage de l'Empire, l'enseignement des choses profanes ne se donne guère qu'aux enfants des classes riches. Et encore cet enseignement, basé sur l'étude du latin, dispensé d'une façon à peu près exclusive par le clergé dans le chapitre des cathédrales ou dans le monastère d'abord, dans les universités et les colléges plus tard, converge-t-il tout entier sur la religion et est-il tenu, sous peine d'hérésie, de soumettre les lois et les faits déduits de l'observation aux lois et aux faits établis par les traditions et fixés par l'autorité souveraine du pape et des conciles.

La pensée, comme une ombre dantesque, roule incessamment sur elle-même, dans le cercle infranchissable que lui trace une solution dogmatique donnée à toutes choses.

Les langues modernes se forment; l'intelligence s'ouvre à des idées nouvelles; le besoin de l'instruction se propage avec le développement tardif du commerce et de l'industrie, et l'enseignement populaire laïque, c'est-à-dire l'enseignement basé sur l'étude de la langue maternelle et approprié aux besoins de la vie civile, prend naissance, non sans luttes. L'Église, qui de fait possède le monopole depuis des siècles et qui le conserve dans les campagnes, le revendique dans les villes, comme un privilége inhérent à sa mission pastorale. Les princes le réclament comme un droit relevant de la souveraineté. Les échevins en veulent faire un service communal. Les bourgeois soutiennent le droit commun contre le monopole, la liberté contre l'autorité. Ils affirment des prérogatives qui, sauf la différence des mots, ne sont rien moins que les prérogatives de l'autorité civile et les droits d'un peuple libre. Sous la poussière séculaire des parchemins, on devine des principes que les générations futures proclameront, sans se douter que d'autres avant eux ont cherché à les faire passer dans les lois et ont succombé à la peine (1).

La vie scolaire devient de plus en plus active. Le mouvement s'accentue sous l'impulsion des frères de la vie commune, ces précurseurs du XVme siècle.

---

(1) Voir pour l'histoire de ces luttes : *De l'instruction publique au moyen âge*, par Ch. Stallaert et Ph. Vanderhaeghen; *Histoire de la ville de Bruxelles*, par Henne et Wauters; *Histoire de l'instruction populaire en Belgique*, par L. Lebon.—Le 14 juin 1417, le magistrat de Termonde, sur la plainte qui lui est faite par le doyen et le chapitre que *les petites écoles* libres établies en ville ruinent par la concurrence la haute école qu'ils dirigent, décide que les petites écoles de garçons seront fermées, et que les maîtres et maîtresses *des petites écoles* de filles paieront au recteur de *la haute école* 6 deniers, pour chaque jeune fille à laquelle ils donneront l'instruction. — Voir *De Stad en de Heerlykheid van Dendermonde*, door Alph. de Vlaminck, 3e deel, bl. 80.

Un homme donne à toutes ces aspirations leur formule, et cette formule, dans sa précision et son éloquence, résume tout ce que de nos jours on a dit de mieux sur l'instruction populaire :

« Si je n'étais ministre de l'Évangile, je voudrais être maître » d'école, encore ne sais-je lequel vaut le mieux. L'homme du » peuple ne comprend pas que s'il a un enfant de quelque » moyen, il doit à Dieu et à la cité de lui faire suivre l'école » et de l'instruire. La chrétienté n'est aujourd'hui si déchue » que parce qu'on a délaissé l'enfance ; c'est par celle-ci qu'il » faut recommencer.

» Tu me dis (s'adressant à un père de famille qui arguë de » sa détresse et de la nécessité où il se trouve de recourir au » travail de ses enfants pour vivre) tu me dis : c'est fort bien, » mais j'ai besoin de mes enfants et je ne puis faire de chacun » d'eux un gentilhomme ; il me les faut à la maison pour » m'aider dans mon travail. Je réponds : mon opinion n'est pas » non plus qu'on organise des écoles à la façon de celles qui » ont existé jusqu'ici, où l'on tient un garçon sur son Donat (1) » ou sur son Alexandre (2) jusqu'à ce qu'il ait ses vingt ou ses » trente ans. Nous voici dans un autre monde où tout va s'or- » ganiser à nouveau, *et je suis persuadé que si tu fais aller* » *pendant deux heures chaque jour ton enfant à l'école*, et si » tu le gardes le reste du temps avec toi, il pourra de cette » manière apprendre fort bien son métier et demeurer, en » outre, bon à autre chose. »

Jetant les véritables bases de l'enseignement du peuple, il termine :

---

(1) Donat, fameux grammairien, dont le livre eut dans les écoles une vogue dix fois séculaire.

(2) Probablement Alexandre de Ville-Dieu, autre fameux grammairien.

« Magistrats, rappelez-vous que Dieu commande formellement qu'on instruise les enfants. CET ORDRE SACRÉ, LES PARENTS, SOIT INDIFFÉRENCE, SOIT ININTELLIGENCE, SOIT SURCHARGE DE TRAVAUX, L'OUBLIENT ET LE NÉGLIGENT. C'EST A VOUS, MAGISTRATS, QU'APPARTIENT LE DEVOIR DE LE LEUR RAPPELER et d'empêcher le retour des mœurs dont nous souffrons. Est-ce le défaut d'argent qui vous arrête? On dépense chaque année tant de sommes pour les arquebuses, pour les chemins, pour les digues; pourquoi n'en dépenserait-on pas quelque peu pour donner à la pauvre jeunesse quelques maîtres d'école? CE QUI FAIT LA PROSPÉRITÉ D'UNE CITÉ, CE N'EST PAS QU'ON Y ASSEMBLE DES TRÉSORS, QU'ON Y BATISSE DE FORTS REMPARTS, QU'ON Y ÉLÈVE DE RICHES MAISONS, QU'ON Y AMASSE DES ARMES BRILLANTES. SON BIEN VÉRITABLE, SON SALUT ET SA FORCE, C'EST QU'ON Y COMPTE BEAUCOUP DE CITOYENS INSTRUITS, FORMÉS AU BIEN ET CULTIVÉS, ET SI DE NOS JOURS LES CITOYENS PAREILS SONT SI RARES, A QUI EN REVIENT LA FAUTE, SI CE N'EST A VOUS, MAGISTRATS, QUI AVEZ LAISSÉ CROITRE LA JEUNESSE COMME LE BOIS SAUVAGE DANS LES FORÊTS. » (1).

L'appel est entendu. Les instituteurs font défaut : ils s'improvisent; les locaux manquent : on se réunit dans la grange l'hiver, au coin d'un bois l'été. Sans matériel et sans méthode, la tâche est rude pour les enfants et les adultes qui ne savent rien. La ferme volonté d'apprendre supplée à tout. Chacun veut pouvoir lire ce livre, jusqu'alors fermé au vulgaire, et dont les feuilles, traduites en langue allemande, tombent du

---

(1) Martin Luther. Predigt das man die Kinder zur Schule halte sol. — An die Rathsherren aller Statte Teutscher lander, das sie Christliche Schulen auffrichten und halten sollen. — Lettres à Melanchton. — Propos de table.

château de la Warbourg et circulent de main en main multipliées par l'imprimerie (1).

L'Allemagne du Centre et du Nord se couvre d'écoles.

La noblesse de France, aux États d'Orléans de 1560, demande la levée d'une taxe spéciale sur les bénéfices ecclésiastiques. Elle émet le vœu que les pères et mères soient tenus, à peine d'amende, d'envoyer leurs enfants à l'école, et qu'à ce faire soient contraints par les seigneurs et les juges ordinaires. Les États de Navarre, onze ans plus tard, sur la proposition de Jeanne d'Albret, rendent obligatoire l'enseignement élémentaire.

C'est par l'instruction que les partis cherchent tout d'abord à conquérir ou à conserver les âmes; le droit de fonder des écoles figure à côté du droit d'élever des temples dans les réclamations et dans la plupart des traités de cette époque (2). Le jour n'est pas loin où les vieillards témoigneront seuls par leur ignorance de l'état de dégradation intellectuelle dans lequel ont été tenues jusque-là les classes populaires.

On sait ce qui advint. La solution de la question religieuse, qui, dans ce siècle, absorbe la question de l'enseignement comme toutes choses, au lieu d'être laissée au Dieu tolérant et pacifique de l'Évangile, est remise aux mains du Dieu de l'intolérance, de la persécution et de la guerre. Dans les misères qui suivent, les grandes aspirations vers le progrès s'évanouissent. L'amour du bien public s'éteint dans les souffrances; l'ignorance des peuples est érigée en maxime

---

(1) Luther a été le créateur de la langue allemande. Sa traduction de la Bible, écrite dans le sens apostolique, se répandit dans le peuple et obtint une vogue inouïe. *Histoire de la littérature allemande,* par G. Weber, professeur à Heidelberg, 1867.

(2) Voir, entre autres, les lettres de majesté accordées par l'empereur Rodolphe aux Bohémiens, 5 juillet 1609, et la plupart des traités de paix, des trêves ou des transactions religieuses conclus depuis l'origine de la Réforme jusqu'aux traités de Westphalie. Le droit de fonder les écoles est compris dans les droits dits *droits annexés.*

d'État, les classes populaires, qui ont vu un instant se lever pour elles l'aube d'une vie nouvelle, retombent, peu à peu, sous le joug de l'ignorance, et la jeunesse continue à croître comme le bois sauvage dans les forêts.

LA RENAISSANCE. — LES PAYS DU NORD.

Toutefois, les idées justes ne disparaissent jamais d'une manière absolue. L'Allemagne du Nord a conservé les traditions de ce que fut le grand siècle de son histoire. L'étincelle n'a cessé de couver sous les ruines, et l'école y reprendra son essor, dès qu'une ère de paix aura cicatrisé les plaies des longues guerres du XVIIme siècle (1).

Frédéric II avait reçu de son père une armée dont il se servit pour agrandir la monarchie. Il eut l'ambition de laisser à ses successeurs un titre plus sérieux à la suprématie, en leur donnant un peuple formé par l'instruction. De là, le règlement célèbre du 12 août 1763.

L'Autriche, entraînée par le mouvement de réformes qui caractérise l'époque, et auquel ses princes cèdent avec une ardeur et une sincérité sans égales ; l'Autriche organise l'instruction primaire. De là, l'ordonnance impériale du 6 septembre 1774, ordonnance rendue pour toute la monarchie, mais qui en Belgique vient se heurter contre les résistances qui devaient aboutir à la révolution brabançonne.

L'Allemagne du Sud gravite dans l'orbite de la maison d'Autriche; la Suisse, dans celui de l'Allemagne du Nord.

---

(1) Il fallut cent ans à l'Allemagne pour réparer les désastres de la guerre de trente ans. RANKE.

Le mouvement rayonne vers le Danemark, la Norwége et la Suède. L'Écosse s'en empare et, en moins d'un siècle, grâce à son système d'écoles paroissiales, élève un peuple pauvre, paresseux, illettré, brutal et sauvage, au rang des nations les plus instruites, les plus intelligentes et les plus riches de l'Europe. De l'Angleterre, qui doit faillir à la tâche, le mouvement se propage par delà l'Atlantique ; les pères pèlerins, et plus tard les hommes d'État qui fondèrent la République, font de l'instruction du peuple, mettant en pleine valeur le génie de la race, l'assise de la grandeur future du nouveau monde. « Instruisez le peuple, tel fut le premier conseil donné par » William Penn au nouvel État qu'il organisait. Instruisez le » peuple, fut la dernière recommandation de Washington à » la République. Instruisez le peuple, était l'incessante exhor- » tation de Jefferson ! » (1)

Ce mouvement se poursuit avec plus ou moins de vicissitudes jusqu'à nos jours. Les plus graves de ces crises sont les guerres. A la suite de chacune d'elles, l'ignorance regagne une partie du terrain perdu pendant la paix, comme l'ivraie gagne le champ auquel le cultivateur cesse de donner tous ses soins. C'est surtout depuis 1815 que les efforts ont été couronnés de succès. La rapide diffusion de l'instruction dans les pays que nous venons de citer, la facilité avec laquelle les populations se sont soumises à la loi du recrutement scolaire, prouvent qu'il y avait là, comme ailleurs, pour l'application du régime parlementaire, un fonds préparé depuis longtemps à recevoir la semence. Rien ne s'improvise. La bonne organisation du service de l'instruction primaire vient surtout de la persévérance et du travail.

---

(1) Macaulay.

La renaissance se fait ailleurs, mais tardive et avec un moindre succès. La base du mouvement au XVIe siècle est la foi religieuse. La base du mouvement au XVIIIe siècle est la foi politique. Le XVIe siècle veut faire de l'homme un chrétien et cherche à développer en lui le sentiment religieux tout en s'appuyant, hélas! sur l'intolérance. Le XVIIIe siècle aspire à donner à l'homme le sentiment de ses devoirs et de ses droits envers ses semblables et l'État. Son but est de faire de lui un citoyen.

La Révolution, qui cherche, sans y réussir du premier coup, à bien définir les droits et les prérogatives de l'État, d'une part, celles de l'individu, de l'autre, la Révolution, reprenant le principe pratiqué par les communes et proclamé par Luther, affirme pour l'État le droit et le devoir d'enseigner. La Convention décrète que l'enfant a droit à l'instruction, et que le père est tenu de la lui donner ou de l'envoyer à l'école. Il semble que ceux qui sauront lever quatorze armées et pousser un million d'hommes aux frontières, sauront bien aussi les pousser aux écoles. Mais l'enseignement primaire s'accommode mal du bruit des révolutions et du fracas des armées en campagne; les grandes guerres de la République et de l'Empire arrêtent l'élan, et les gouvernements pacifiques que la Sainte Alliance a restaurés dans le sud et l'ouest de l'Europe, ne sont guère favorables à l'émancipation de l'intelligence populaire. « Durant les années brillantes du premier empire, aucun » effort sérieux ne fut tenté pour assurer au pays le bienfait » d'un tel système (l'organisation de l'instruction populaire) » et pour ajouter cette conquête aux victoires, qui étaient » l'honneur de nos armes... Cet état de choses continua sous

« la restauration (1). » La République batave et plus tard le royaume des Pays-Bas, échappent pourtant à cette indifférence.

L'INFLUENCE POLITIQUE.

Les révolutions de 1830 arrêtent la fièvre de réaction qui s'est emparée des gouvernements. Les idées du XVIII[e] siècle reprennent leur invincible cours. La direction des sociétés passe brusquement ou par une transition graduelle aux mains de ceux qui vivent dans le siècle, dans le présent et par le travail. Le premier souci des classes moyennes est d'élever à elles par l'instruction ce peuple dont elles sont sorties. Presque toutes doivent leur fortune et leur position sociale à l'école qui a fécondé pour elles l'œuvre de 1789. L'adoucissement des mœurs qui se reflète dans les lois pénales impose l'enseignement comme un devoir. La statistique prouve en effet que plus l'instruction progresse, plus la criminalité diminue (2).

Mais une opposition regrettable s'organise contre la seule puissance capable de faire pénétrer l'enseignement dans les couches réfractaires de l'ignorance populaire. On perd de vue le but et l'on s'épuise en luttes stériles sur les moyens. Pendant que grandissent silencieusement, à l'ombre de l'école, les races germaniques et protestantes, les peuples catholiques et néo-latins, auxquels il faut joindre l'Angleterre, qui attend tout de l'influence purement religieuse et de l'initiative individuelle, perdent un temps précieux en luttes sur le point de savoir si l'État a le droit et la faculté d'enseigner, si le père

(1) C. L. JOURDAIN. *Rapport sur le progrès de l'instruction publique en France,* pages 16 et 17.

(2) Diminution plus réelle qu'apparente, si l'on tient compte de l'accroissement énorme des transactions et des tentations offertes au pauvre par l'étalage public d'un luxe qui jadis se confinait dans les hôtels et dans les châteaux.

de famille a ou n'a pas le droit d'élever ses enfants dans la servitude de l'ignorance.

La révolution de 1848 fit de l'instruction du peuple autre chose qu'un rêve de philanthropie et un thème parlementaire. La famine de 1847 comme celles de 1789 et 1793 avaient profondément aigri les classes populaires. L'homme qui souffre s'en prend d'autant plus volontiers à autrui que son intelligence a été moins cultivée. Un peuple ignorant est un peuple dans lequel les souffrances jettent facilement des ferments d'envie, de haine et de révolte. — L'extension du droit de suffrage fait, du reste, de l'instruction du peuple une nécessité politique. En attendant que l'électeur possède les connaissances multiples qui seules peuvent, par un contrôle incessant, faire du droit de suffrage un droit permanent et non pas un exercice passager, suivi d'une abdication plus ou moins longue, il est au moins bon que l'électeur soit à même de voir si le bulletin qu'on lui donne porte bien le nom du candidat de son choix.

L'INFLUENCE ÉCONOMIQUE, LE LIBRE ÉCHANGE ET LES EXPOSITIONS UNIVERSELLES.

La vulgarisation des principes de l'économie politique, la liberté commerciale et les expositions universelles, ont donné au mouvement une impulsion nouvelle qui brisera sans doute les dernières résistances.

L'homme est ici-bas pour développer ses facultés intellectuelles, chercher les secrets de la nature, en trouver les lois, et s'asservir les forces découvertes. Sa mission est du domaine de l'intelligence. Il est fait pour travailler de l'esprit bien plus que des muscles Si le second genre de travail est plus répandu

que le premier, c'est l'ignorance qui en est cause. La suprématie industrielle d'une nation se mesure au degré d'intelligence qu'elle donne au travail, bien plus qu'aux forces musculaires qu'elle y déploie. Celles-ci perdent de jour en jour de leur valeur par la concurrence des forces naturelles maîtrisées. C'est la douloureuse histoire de la substitution des machines au travail manuel. On prépare une quantité de minerai et de charbon à un travail donné en moins de temps et à moindres frais qu'on ne pourrait former la quantité d'hommes nécessaires à l'accomplissement de la même tâche. Dans cette lutte, une seule arme peut maintenir à l'ouvrier sa supériorité. C'est l'instruction. Aucune machine, quelque ingénieuse et quelque puissante qu'elle soit, n'égalera jamais l'intelligence, fût-ce celle d'un terrassier, pourvu que cette intelligence ait reçu sa culture. C'est l'effet de la glorieuse suprématie de l'esprit sur la matière.

Formé par la science à son métier, l'ouvrier comprend le jeu de la machine qu'il dirige, il en voit les défauts, il perfectionne, il invente, et s'il a soin de ne pas lancer l'œuvre de son génie aux parasites, il est certain de recevoir de la société la large récompense du service qu'il lui rend. La voie du crédit lui est ouverte. Il y a chaque année des millions d'épargne qui cherchent à se féconder par l'intelligence, le travail et l'instruction.

Instruit, l'ouvrier travaille mieux. Son salaire s'élève. Il peut s'imposer les légères privations, et se donner les immenses satisfactions de l'épargne. Capitaliste, il peut attendre la demande du travail; il traite avec son patron, au lieu de subir sa loi, et ce, sans recourir au remède ruineux des coalitions et des grèves. L'instruction élargit enfin pour l'homme l'horizon de la société et de la vie. Par la lecture, il entre dans ce monde supérieur de l'intelligence encore fermé pour tant de déshérités.

Ses enfants, élevés dans cette atmosphère purifiée, montent sur l'échelle de l'instruction, faisant monter avec eux, dans l'estime publique, la profession qu'ils exercent. L'inégalité des conditions est moins dans les professions elles-mêmes que dans l'inégalité d'éducation et d'instruction qu'elles supposent. Le commerce et l'industrie, jadis méprisés, sont devenus, depuis qu'une classe instruite les exerce, les points convergents de bien des efforts.

Mais l'enseignement technique suppose l'instruction primaire; sans celle-ci, celui-là ne serait qu'une greffe stérile.

LES RÉSULTATS. — LE PREMIER GROUPE.

Sous ces influences multiples se sont constitués deux groupes d'États. Dans l'un, le succès a été rapide; dans l'autre, il est tardif. Ici l'on entrevoit et l'on accepte dès l'origine les conditions indispensables pour atteindre le but. Là, on a longtemps persisté à ne pas les voir, soit que les gouvernements n'aient pas confiance dans l'émancipation de l'intelligence populaire, soit qu'ils considèrent l'instruction du peuple comme n'étant pas de leur ressort, soit qu'ignorants du passé et de l'expérience des peuples voisins, ils attendent tout de l'initiative individuelle.

La sanction légale, donnée à l'obligation morale du père de famille d'instruire ses enfants, est tellement passée dans les mœurs de ces peuples, que l'on y comprendrait plutôt l'impunité du crime que l'impunité de l'ignorance.

Dans le premier groupe, les États de la confédération du Nord de l'Allemagne, l'Écosse, certains cantons de la Suisse et des États du Nord de l'Union américaine, exercent la suprématie. Un peu plus bas semblent devoir être placés le Canada, les États de l'Allemagne du Sud et les États scandinaves.

Le trait distinctif de ce groupe est que l'instruction primaire y est considérée, depuis longtemps, comme un service public. Les populations qui le forment savent toutes lire, écrire et compter. La loi leur fait généralement un devoir d'instruire leurs enfants, sauf en Écosse et au Canada, où l'instruction est jusqu'ici restée libre.

L'âge d'école, dans les premiers États que nous venons de citer, est généralement de huit ans et s'étend de la 7e à la 15e année, d'où suit que l'instruction que reçoivent les enfants du peuple est l'instruction primaire supérieure. Cette instruction primaire devient même une véritable instruction moyenne, au fur et à mesure que s'élèvent les capacités des instituteurs et que monte le niveau intellectuel des familles.

L'instruction primaire proprement dite s'acquiert à l'âge de 7 à 12 ans. Dans cet intervalle de cinq ans, l'enfant a reçu les instruments indispensables à toute vie intellectuelle; il sait lire, écrire et compter. Dans une certaine mesure, son intelligence s'est développée et son caractère s'est formé. Ce qu'il sait est en réalité peu de chose, d'abord parce que le temps qu'il a passé à l'école est court, ensuite parce que l'intelligence d'un enfant de 12 ans n'est pas apte à recevoir une nourriture intellectuelle bien substantielle. Sans doute, la possession de cette instruction élémentaire, si toutefois elle lui reste, est précieuse eu égard à l'ignorance qui prévaut encore dans les masses. Qu'est-elle en comparaison de l'instruction que celles-ci pourraient et devraient avoir, l'instruction que reçoivent les enfants du peuple en Prusse, en Suisse, en Écosse, aux États-Unis et généralement dans tous les pays qui forment le premier groupe?

L'école garde à peu près partout l'empreinte de son origine. Le clergé en a conservé le contrôle et la direction. Toutefois, exclusivement dogmatique d'abord, l'école a fait place peu à

peu à l'influence laïque, et cette influence, qui s'accentue de jour en jour davantage, s'exerce à la fois dans l'administration et dans l'enseignement. Les États de l'Union américaine, le royaume des Pays-Bas, le Portugal et, dit-on, le canton du Tessin, ont complétement sécularisé l'école officielle. Ce système appliqué aux écoles *nationales* d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande, a donné dans ce dernier pays des résultats merveilleux. On remarque surtout chez les peuples protestants, là où plusieurs cultes sont en présence, une tendance marquée à l'adoption de ce système.

L'influence de la culture intellectuelle de ces pays s'exerce même sur les provinces limitrophes des États voisins, États que nous classons dans le groupe suivant, à cause de la dépression que donne, à leur moyenne d'instruction, l'ignorance de la masse de la population. Ce sont des populations dont les croyances religieuses se manifestent en des dogmes et des cultes divers. Les unes sont protestantes, les autres catholiques. L'extension de l'enseignement populaire s'y mesure au plus ou moins de proximité où les populations sont du foyer allemand ou suisse. L'instruction y est généralement libre, mais on y demande la sanction légale du principe de l'obligation morale (1). D'où suit que plus l'instruction est répandue dans un pays, plus l'obligation légale imposée au père de famille, d'instruire les enfants ou de les envoyer à l'école, paraît naturelle et légitime. L'ignorance comme la tache sur la neige, blesse d'autant plus le regard qu'elle se rencontre dans une société plus cultivée, et la plus grave atteinte qu'un

---

(1) En Écosse on la demande. La commission d'enquête lui est favorable et de nombreux témoins entendus la déclarent nécessaire. DOMANGEOT et MONTUCCI, p. 435. *Vœux émis en faveur de l'instruction obligatoire par les conseils généraux du département du Bas-Rhin, du Haut-Rhin, de la Moselle, de l'Aube,* etc.

homme puisse porter à la liberté de son semblable, est de lui imposer le joug de l'ignorance.

Cette zone frontière, qu'il serait du plus haut intérêt d'étudier, part de la mer du Nord, contourne les États compris dans l'ancienne Confédération germanique et les cantons siusses, et s'étend jusqu'à la Baltique.

Elle comprend : Dans le royaume des Pays-Bas, les provinces de Frise, de Groningue, de Drenthe et de l'Overyssel, qui comptent 19 p. c. de leur population dans les écoles primaires. Le duché de Luxembourg, qui est à la hauteur des pays les plus avancés de l'Allemagne; le Luxembourg belge, qui envoie 15 p. c. de sa population aux écoles. Les départements français, qui formaient jadis l'Alsace, la Lorraine, la Franche-Comté et les districts voisins de la Champagne, sont au même niveau. La fréquentation scolaire atteint même 20 p. c. de la population dans le Doubs. C'est sans doute à l'influence des pays voisins qu'il faut attribuer la supériorité que le Piémont et la Lombardie occupent sur l'échelle de l'instruction populaire italienne. C'est elle qui, par l'intermédiaire du gounement autrichien, s'exerce en Hongrie, pays du reste soumis comme toute la monarchie à l'instruction obligatoire. On retrouve l'influence du foyer germanique jusque dans les provinces allemandes de la Russie. Mais elle est nulle ou à peu près nulle dans les provinces polonaises, sauf dans le duché de Posen. En Galicie et dans la Bukowine, l'instruction obligatoire est restée lettre morte. Au point de vue de la diffusion de l'instruction, ce sont les provinces les plus arriérées de l'empire. Tandis que dans la Haute et dans la Basse Autriche, dans la province de Salzbourg, dans le Tyrol et le Vorarlberg, la Bohême, la Moravie et la Silésie (d'Autriche), tous les enfants vont aux écoles, la Galicie n'en envoie que 22 p. c., la Bukowine, 10. Hâtons-nous de dire qu'en Hongrie, les 3/4 des

enfants vont aux écoles. C'est une situation aussi favorable que celle de la Belgique.

Telle nous paraît être, dans ses origines historiques, dans sa composition et dans son influence, le premier groupe.

Envisagées uniquement au point de vue du développement de l'instruction, les populations qu'il comprend constituent l'élite de l'humanité.

SECOND GROUPE.

Si dans les États du premier groupe tout le monde sait lire, écrire et compter, si les enfants vont généralement à l'école dès l'âge de 7 à 15 ans, et si les écoles primaires contiennent de 15 p. c. et au delà de la population, il n'en est pas de même des États que nous classons dans le second groupe. Là le 1/4, le 1/3, la 1/2, les 3/4, les 9/10 de la population sont illettrés, et les enfants manquent en proportions égales aux écoles.

PAYS-BAS.

Il y a 35 ans, lorsque M. Cousin parcourait le royaume des Pays-Bas, ce pays était l'un des plus avancés de l'Europe, en fait d'instruction primaire. Ses écoles et ses instituteurs étaient des modèles. Le livre de M. Cousin révèle cette admiration franche de l'homme qui fait une découverte. Pour un Français de 1830 c'était, en effet, une découverte. Nous allons voir : On sait ce qu'était alors le développement de l'instruction primaire en France. — La Hollande avait à cette époque 12 p. c. de la population dans les écoles. De nos jours, les écoles de la Hollande renferment encore 12 p. c. Les provinces d'élite, celles du nord-est, sont toujours les provinces d'élite. Les provinces retardataires, celles de l'ouest et du sud, sont toujours les provinces retardataires. Les Pays-Bas ont fait, dans

ces derniers temps, de vigoureux efforts pour répandre et améliorer leur enseignement. Nous en reparlerons. En ce moment nous esquissons.

ANGLETERRE.

L'Angleterre, jusqu'à ces derniers temps, avait abandonné l'instruction du peuple à l'instruction libre de la philanthropie, ou au prosélytisme des sectes religieuses. Elle avait eu la foi la plus vive dans le zèle chrétien de la haute, riche et aristocratique Église établie. Diverses enquêtes faites au commencement de ce siècle montrèrent combien était refroidie la primitive ardeur de la réforme pour l'émancipation du peuple. On trouva 8 enfants sur 1712 habitants dans les écoles, tandis qu'il en eût fallu 1 sur 15. En d'autres termes, il n'y avait pas d'enseignement du peuple en Angleterre. Sous l'empire des libertés publiques proclamées en 1688, les classes élevées étaient arrivées à un haut degré de culture intellectuelle. Par suite d'une fausse conception de l'État et d'une erreur sur les prérogatives, les classes populaires étaient demeurées dans l'ignorance la plus profonde. La révolution victorieuse de 1830, dont le contre-coup se fit sentir en Angleterre, amenait au pouvoir le parti whig, libéral. L'intervention se fit par des subsides, alloués moyennant contrôle, aux grandes associations libres, créées en vue du développement de l'instruction primaire. La marche lente d'abord devint rapide, et s'accentua dans la mesure de l'énergie des efforts. L'Angleterre, dans ces dernières années, avait atteint le niveau du royaume des Pays-Bas; elle comptait 12 p. c. de sa population dans les écoles.

IRLANDE.

L'Irlande, en 1835 et en fait d'instruction primaire, était sans doute un pays sans nom. Selon M. Rendu, une autorité dont l'opinion a du reste été confirmée par les enquêtes, l'Angleterre était alors, en fait d'enseignement primaire, un des pays les plus arriérés de l'Europe. Que devait être l'Irlande? Sous l'influence du système d'organisation des écoles nationales, l'Irlande compte aujourd'hui 12 p. c. de sa population aux écoles, autant que l'Angleterre et le royaume des Pays-Bas; plus que la Belgique.

FRANCE.

A la veille de 1830, en l'an de grâce 1828, sur cent jeunes gens nés à une époque où depuis longtemps on aurait pu réaliser les idées de 1789, cinquante-deux ne savaient ni lire ni écrire. Dans bien des communes, les familles manquaient de tout moyen d'instruction pour leurs enfants; il n'y avait ni matériel, ni locaux, ni instituteurs (1). Telle était la situation de la France à la chute de la Restauration.

Depuis, les populations se montrent tellement réfractaires à l'enseignement, qu'il faut imposer d'office 24,000 communes.

En 1865 on a gagné 27 p. c. sur l'ignorance. Le nombre des militaires illettrés n'est plus que de 25 p. c. Mais le progrès de l'instruction des femmes est plus tardif; 48 sur 100 sont en 1865 incapables de signer l'acte le plus important de leur vie,

---

(1) JOURDAIN. *Rapport sur les progrès de l'instruction en France.*

l'acte de leur mariage. Les différences dans la diffusion sont grandes entre les départements. Vers l'est, là où les populations prirent spontanément les armes, pour défendre contre l'étranger la patrie et les conquêtes civiles et politiques de 1789, les écoles sont aussi fréquentées qu'en Allemagne. Vers l'ouest, là où les populations prirent spontanément les armes pour l'étranger et contre les conquêtes de 1789, l'ignorance des adultes est telle, qu'elle approche de la barbarie. Il est des départements où dix-sept ans après la proclamation du suffrage universel, 85 femmes sur 100 sont hors d'état de signer leur nom.

BELGIQUE.

La Belgique avait en 1842 le même nombre de miliciens illettrés que la France. En 1861, il s'en présenta 30 sur 100, et ce chiffre se reproduisit trois fois de suite. La Belgique avait donc moins progressé que la France. Trois ans durant, elle cesse de progresser. Le développement de l'industrie et l'absence d'une bonne loi sur le travail des enfants dans les manufactures, en sont, dit-on, les causes. Une province, celle de Namur, semble avoir reculé. La différence entre les provinces, sans être aussi grande qu'en France, est cependant notable. Tandis que le nombre des enfants suivant les écoles dans le Luxembourg s'élève à près de 15 p. c., il s'abaisse dans la Flandre orientale à près de 10 p. c. La moyenne du pays est de 11 p. c. Elle devrait être de 16. Un tiers environ des enfants manque aux écoles, soit qu'ils n'y aillent pas du tout, soit qu'ils les fréquentent d'une manière insuffisante.

ESPAGNE.

L'Espagne comptait dans les écoles, au 31 décembre 1865,

onze et demi pour cent de sa population. Au point de vue de la fréquentation scolaire, elle est donc au niveau qu'avait atteint la Belgique ces dernières années. Il est vrai qu'en Espagne, l'instruction est obligatoire depuis 1857.

Ce pays prouve que l'inscription obligatoire dans la loi, indépendamment de toute sanction pénale appliquée, est une mesure efficace. Les populations obéissent à la loi, parce que c'est la loi. Celles qui ne lui obéissent que par crainte de l'amende et de la prison, sont des peuples auxquels manque le sens moral.

PORTUGAL.

Le Portugal devrait avoir 570,000 enfants dans les écoles. Il s'en trouve 100,000, dont 22,000 filles. Comme la population féminine égale à peu près partout en nombre la population masculine, il s'ensuit que 263,000 jeunes filles sur 283,000 ne reçoivent pas d'instruction; car l'enseignement donné au foyer domestique est rare et plus rare dans le Midi qu'ailleurs.

ITALIE.

Plus que celle de tout autre pays, la statistique de l'Italie demande l'analyse. Le nombre des enfants en âge d'école, 5 à 12 ans, étant de 100, les manquants sont de 63, c'est-à-dire qu'un tiers seulement des enfants fréquente les écoles. C'est la moyenne, hâtons-nous de le dire, d'un État de formation récente. Si nous prenons la statistique appliquée aux anciens royaumes, nous trouvons que, dans le Piémont, 22 enfants sur 100, manquent aux écoles. C'est une situation plus favorable que celle de la Belgique. La Lombardie est à peu près à la hauteur du Piémont. La Ligurie (Gênes) a 45 enfants sur 100 allant à l'école. L'Émilie (duchés et Romagne)

donne un chiffre égal à celui de la moyenne du royaume. En Toscane, ce pays où l'adoucissement des mœurs a depuis un siècle aboli la peine de mort, où le peuple des campagnes parle la langue italienne avec autant de pureté que les académiciens de la Crusca, les trois quarts des enfants ne reçoivent aucune instruction. Au delà, dans le centre et le midi (Ombrie et le Napolitain), la baisse est rapide. 12 enfants sur 100 vont à l'école en Sicile. Sur ce nombre il y avait, en 1862, trois jeunes filles. La moyenne des miliciens illettrés est pour tout le royaume de 65 p. c. Le Piémont n'en compte que 34, comme notre Flandre orientale. La Sicile en fournit 83. Le district de Girgenti, là où fut Agrigente, a 85 individus illettrés sur 100; celui de Noto, là où fleurit Syracuse, en a 91 p. c.; celui de Trapani compte 92 p. c. d'illettrés. Dix individus sur cent, sachant lire, écrire et compter dans la patrie d'Archimède! Et cependant la Sicile est le pays par excellence des ordres voués à la vie contemplative, à la charité et à l'enseignement. Le clergé régulier y possède le tiers du sol. L'instruction a été récemment rendue obligatoire en Italie, mais le service n'a pu encore en être organisé.

GRÈCE.

Nous manquons de renseignements sur la Grèce, où, dit-on, il a été fait quelque chose pour l'instruction primaire. Il est temps que la Grèce justifie les sympathies et les espérances qui l'ont accueillie à son réveil. Des écoles, des routes, la sécurité donnée à ces lieux que les Hellènes d'autrefois ont marqués du sceau de l'immortalité, feront plus pour sa prospérité et sa gloire qu'une extension de territoire. Les quelques milliers d'Athéniens des grands siècles de l'histoire de la Grèce ont exercé et exercent encore de nos jours une suprématie plus réelle que la suprématie matérielle, car elle s'exerce sur

les intelligences, abstraction faite des races et du temps, et ne connaît d'autres bornes que les limites mêmes de la civilisation.

ÉTATS HISPANO-AMÉRICAINS.

Livrées depuis un demi-siècle à toutes les fureurs de la guerre civile et des insurrections militaires qui rappellent celles des prétoriens de Rome et des grands vassaux de la couronne au moyen âge, les républiques hispano-américaines n'ont rien pu faire pour l'instruction du peuple. Le Chili et le Brésil, pays bien gouvernés, tranchent, par leur bonne administration, sur le désordre des républiques voisines. Une misérable querelle a compromis les finances de l'une, une guerre désastreuse absorbe depuis plusieurs années les forces de l'autre.

CONCLUSIONS.

Le monde civilisé, envisagé au point de vue du développement de l'instruction populaire, se partage donc en deux grands groupes.

Quelles sont les causes de la diffusion de l'enseignement dans le premier?

Faut-il les chercher dans une aptitude spéciale de tous; les peuples qui le composent sont presque tous d'origine germanique; dans l'influence religieuse, ces peuples appartiennent presque tous aux cultes réformés; dans le concours du clergé, qui mit sa puissante action morale au service de la loi et du progrès? Ou bien faut-il uniquement porter le succès au crédit de l'organisation de l'enseignement? Quelle a été l'influence de la sanction légale donnée à l'obligation morale du père de famille, celle des peines, celle des mesures de police prises pour donner à la sanction toute sa valeur?

Quelles sont les causes de l'insuccès relatif auquel ont abouti les peuples du second groupe?

Nous ne parlerons ni de l'influence des qualités de race, ni de l'influence religieuse. Nous ne croyons ni aux incapacités fatales des peuples, ni à la permanence des résistances aveugles, et l'humanité a réalisé de trop grandes choses dans le giron de l'Église catholique, pour que celle-ci puisse être un obstacle à l'émancipation intellectuelle des classes populaires et pour qu'il soit vrai de dire, comme on l'a fait, que depuis cent ans le progrès des peuples catholiques se mesure aux progrès de leur indifférence dogmatique.

La vraie cause est tantôt dans l'incurie des gouvernements, tantôt dans le désordre des finances, parfois dans des considérations politiques, étrangères au bonheur des classes populaires, plus souvent encore dans l'ignorance où l'on se trouve des conditions qui ailleurs ont assuré le succès.

Un examen rapide de l'organisation de l'enseignement primaire, professionnel et technique, dans la limite tracée plus haut, servira, si l'on veut, de cadre à un travail qui exige des recherches plus étendues que celles auxquelles on peut se livrer en dehors du concours du gouvernement.

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE, SPÉCIAL, PROFESSIONNEL, MODERNE OU PRATIQUE. — ANCIEN RÉGIME.

Autrefois l'enseignement spécial n'était guère donné que dans les hautes régions des écoles. C'était l'enseignement du droit, de la médecine et de la théologie, auquel on ajouta plus tard l'enseignement normal, celui du génie militaire et de l'art nautique, celui des manufactures, du génie civil et des beaux-arts.

Tous ceux qui n'y pouvaient atteindre, et grand en était le nombre, ne recevaient qu'une instruction à peu près exclusivement littéraire, basée sur les langues mortes. Culture excellente de l'esprit dans tous les temps, mais culture insuffisante

pour tous ceux qui ne pouvaient la poursuivre jusqu'à son couronnement et la compléter par l'enseignement spécial, afférant au genre de profession qu'ils se proposaient d'exercer.

L'artisan se formait à son métier par l'apprentissage de la routine; l'agriculteur, par des traditions soigneusement conservées et transmises du père au fils; le commerçant et l'industriel, par une initiation toute pratique, peu propre à développer les idées nouvelles, et à agrandir le champ de la production et des affaires.

Le père de famille qui aspirait à donner à son enfant une instruction supérieure à celle de l'école primaire, n'avait d'autre ressource que de l'envoyer aux écoles latines de grammaire ou au collége. C'était, du reste, une immense satisfaction pour son orgueil de père, de pouvoir dire que son fils apprenait le latin et fréquentait le collége, et ces mots produisaient dans les familles autant d'effet que les mots : « *Monsieur sait du grec,* » produisirent dans le salon des « *femmes savantes.* »

L'enfant, après avoir passé plusieurs années à s'assimiler tant bien que mal les définitions abstraites, arides et inintelligibles qui constituaient alors la grammaire (1), rentrait au foyer

---

(1) BÉLISE.

« De pas mis avec rien tu fais la *récidive,*
» Et c'est, comme on t'a dit, trop d'une *négative.*
» Je n'est qu'un *singulier,* avons est *pluriel;*
» Veux-tu toute ta vie offenser la *grammaire?*
» La grammaire, qui sait régenter jusqu'aux rois.
» La grammaire, du verbe et du nominatif,
» Comme de l'adjectif avec le substantif,
» Nous enseigne les lois.

MOLIÈRE, *Les femmes savantes.*

« Quand l'action ou l'état exprimé par le verbe peut être attribué également au col-
» lectif ou au substantif qui le suit, l'usage le plus général est de faire accorder le verbe

paternel ne sachant pas le latin, et sachant à peine la langue qu'il était appelé à parler tous les jours; possédant quelques bribes de mathématiques; n'ayant rien appris des langues étrangères; ignorant en tous points l'organisation de la nature, au milieu de laquelle il vivait, et l'organisation de la société, dans laquelle il se trouvait appelé à vivre. Le seul fruit qu'il retirât de cet enseignement.... incomplet, c'est que son intelligence et son cœur s'étaient, dans une certaine mesure, formés aux exemples de dévouement, de patriotisme, de grandeur et de liberté idéale, dont l'antiquité n'eut sans doute pas le monopole, mais qu'elle sut mettre en relief avec un art qui n'a pas été surpassé, même de nos jours, et qui fit et fait encore, des héros de la Grèce et de Rome, les types légendaires de tous les peuples qui vivent dans le giron de la civilisation européenne.

Faute d'étude, les langues modernes ne se formaient pas, la nature restait un mystère, et les grandes lois sociales et économiques ne parvenaient pas à se dégager du chaos des formes et des priviléges.

Ce n'est pas que les défauts de cet enseignement n'eussent frappé les esprits. Luther (1), qui créa la langue allemande,

---

» avec le collectif, s'il est général, et avec le substantif qui suit, s'il est partitif. »
N'est-ce pas le cas de dire avec Martine, Molière et le bon sens : « Qu'ils s'accordent » entre eux, ou se gourment, qu'importe. »

On avait, dans ces temps reculés, un tel respect pour la grammaire, qu'on en personnifiait les règles, en les mettant en scène dans les représentations théâtrales des colléges. Il y avait comme personnages M. l'Adjectif et M. l'Adverbe, Mme la Conjugaison et Mlle la Déclinaison, M. le Solécisme, M. le Barbarisme et M. l'Hiatus.

Qui ne se rappelle les petits vers fleuris qui ornaient, il n'y a pas bien longtemps, le *Jardin des Racines Grecques?*

(1) Voir plus haut son opinion sur les grammairiens Donat et Alex. de Villedieu. « Mon » opinion n'est pas non plus qu'on organise des écoles, à la façon de celles qui ont existé » jusqu'ici, où l'on tient un garçon sur son Donat et sur son Alexandre, jusqu'à ce qu'il ait » ses vingt ou ses trente ans. Nous voici dans un autre monde..... »

et qui dut en grande partie le succès de la révolution qu'il accomplit dans les esprits à l'art qu'il eut de parler au peuple la langue du peuple; le bon et joyeux curé de Meudon, Rabelais (1), qui, avant d'être l'auteur de Gargantua et de Pantagruel, fut l'un des plus élégants latinistes de ce temps qui en comptait beaucoup (2); Montaigne (3), Molière (4), le cardinal de Richelieu, l'abbé Fleury, et bien d'autres sans doute s'en étaient occupés (5).

Ce ne fut toutefois qu'un siècle plus tard, lorsque l'on commença à examiner et à discuter toutes choses, que les idées nouvelles se firent jour, et que des réformes sérieuses dans l'enseignement et dans la pédagogie prirent naissance.

On fit un grief aux corporations enseignantes, et surtout aux Jésuites, qui, depuis la réforme, avaient, dans les pays

---

(1) « A tant son père apperçeut que vrayment il étudiait très bien, et y mettait tout son » temps, toutefois que en rien ne proufflitait. Et qui pis est, en devenait fou, nioys, tout » reseux et rassoté. »

FR. RABELAIS, *La vie de Gargantua,* ch. XV, p. 28.

(2) LE BIBLIOPHILE JACOB. *Notice sur la vie et les ouvrages de Fr. Rabelais.*

(3) *Essais.*

(4) *Les femmes savantes. Le malade imaginaire, Le bourgeois gentilhomme.*

La jolie scène où M. Jourdain apprend grammaticalement comment il faut ouvrir les mâchoires, poser la langue, remuer les lèvres et souffler, pour prononcer les lettres de l'alphabet, est probablement une critique du livre d'Érasme, sur la prononciation du grec et du latin.

« A diducto largiter ore profetur, lingua recta suspensa, hoc est, nec ad palatum superius afflexa, nec in anterius dentium vallum impacta, nec in latus dentium illisa nec » inter dentium hiatum inserta, vox que prodit ex arteria profundire, feriens superius » palatum, etc. DIS ERASMI, Roterodami, *Dialogus de Recta latini Græcique Sermonis pro-» nuntiatione*, P. 99. »

M. Jourdain eût à coup sûr prononcé le français d'une bien étrange façon, s'il avait continué à l'apprendre de cette manière. La formation d'un mot lui eût demandé une heure. Et dire que c'est ainsi que s'est créée notre prononciation du grec et du latin. Le livre d'Érasme n'était peut-être lui-même qu'une critique. On doute quand on lit l'*Éloge de la Folie,* et qu'on voit le fin profil de l'auteur, tel que l'a peint Holbein.

(5) Que serait la littérature du moyen âge si tous les grands hommes qui ont écrit en latin des œuvres médiocres, avaient eu l'audace des Dante, des Rabelais, des Luther, des Montaigne et des Sheakspeare ?

catholiques, généralement pris en main l'éducation de la jeunesse, d'avoir abusé de l'enseignement du latin, et peu s'en fallut que les lettres classiques, dans lesquelles M. Bastiat a de nos jours vu un foyer de communisme, et que M. l'abbé Gaume a voulu proscrire comme entretenant les idées païennes dans la société chrétienne, ne subissent le sort du droit romain en Angleterre, et ne fussent répudiées comme ultramontaines, et comme façonnant les esprits au joug du despotisme.

Telle fut peut-être la pensée qui inspira M. de Caradeuc de la Chalotais, procureur général au parlement de Bretagne, lorsqu'il écrivit son « *Essai d'éducation nationale,* » ou « *plan d'études pour la jeunesse.* » Rolland d'Erceville, président au Parlement de Paris, émit sur l'enseignement des idées fort justes, entre autres celle que tout programme doit tenir compte de la condition sociale de l'enfant et, dans une certaine mesure, de la profession qu'il peut se trouver appelé à exercer plus tard.

PÉRIODE INTERMÉDIAIRE.

La Révolution innova profondément dans les méthodes; mais ses œuvres n'eurent qu'une durée éphémère. Le décret du 11 brumaire an IV, modifiant celui du 7 ventôse an III, organisa un système complet d'éducation nationale. Il y avait six grandes sources de l'instruction publique : les écoles primaires — les écoles centrales — les écoles spéciales — l'Institut national des sciences et des arts — les encouragements, les récompenses et les honneurs publics — enfin les sept fêtes nationales qui devaient être célébrées, chaque année, dans chaque canton. L'enseignement moyen se donnait dans les écoles centrales. Il devait y en avoir une par département. L'enseignement comprenait trois sections. Dans la première, on enseignait le dessin, l'histoire naturelle, les langues anciennes

et, au besoin, les langues vivantes; dans la seconde, les éléments des mathématiques, la physique et la chimie expérimentales; dans la troisième, la grammaire générale, les belles-lettres, l'histoire et la législation. Les élèves ne pouvaient être admis à la 1re section qu'après l'âge de 12 ans, et devaient avoir 14 ans accomplis pour être reçus à la seconde.

Les écoles centrales fournirent à l'École polytechnique ses meilleurs élèves, et fondèrent la réputation de cette institution sans rivale. Mais elles ne parvinrent pas à s'établir comme système général d'instruction secondaire, faute, dit-on, de professeurs — la formation du corps professoral est la difficulté sérieuse de toute organisation d'enseignement nouveau ; d'élèves—les enfants sortis des écoles primaires n'étaient pas suffisamment préparés pour en suivre les cours ; de temps — l'expérience qui fut faite du système ne fut pas suffisamment longue. A cette époque où s'accumulaient en un an plus d'événements qu'en d'autres temps en un quart de siècle, les jours paraissaient longs comme des mois, et le succès immédiat était la loi imposée à toute chose.

La vraie raison de l'insuccès des écoles centrales a été donnée, croyons-nous, par Roederer. « Dans ce système, » peu ou point d'enseignement littéraire, partout des sciences. » Tandis que, d'un côté, les écoles centrales accordaient à » peine un cours à l'étude des langues anciennes, première » base de toute éducation libérale, de l'autre, elles sem- » blaient avoir entrepris de peupler la France d'encyclopédies » vivantes. »

Le Consulat, restaurateur en toutes choses, restaura aussi les lettres classiques, et lorsqu'on voit à quel point s'étaient altérées, en moins de dix ans, la précision, la clarté et la sobriété de la langue française, telle que l'avait constituée le XVIIIe siècle, on peut dire que cette mesure fut une mesure

de salut public. Comme nous le verrons à l'instant, le décret de 1802 établit un plus juste équilibre entre les lettres et les sciences.

Le mouvement de restauration ne tarda pas à s'accentuer davantage.

L'internat, qui enlève l'enfant à la vie pratique en l'enlevant à la vie de famille, redevint l'idéal de l'éducation. L'ancien régime scolaire se trouva rétabli dans ses méthodes, dans ses tendances et dans ses résultats. Le lycée, il est vrai, remplaça le collége d'autrefois; l'élève porta l'uniforme, au lieu de porter la robe; le tambour remplaça la cloche, et le couvent devint une caserne. La discipline fut au fond la même. Seulement à la discipline ecclésiastique succéda la discipline militaire. Comme après la Réforme, on chercha surtout à former des générations facilement gouvernables, au lieu de chercher à former des générations aptes à se gouverner elles-mêmes. On fit des hommes forts en thème, dont l'État devint la providence, et s'il y eut des négociants et des industriels, c'est qu'ils prirent soin de se former eux-mêmes.

La Révolution, comme l'ancien régime, se trouva donc impuissante à fonder un enseignement en harmonie avec les besoins des classes commerciales et industrielles.

ÉPOQUE CONTEMPORAINE.

Avec la paix germèrent des idées nouvelles.

Allemagne. — Suisse. — Suède. — Russie. — Pays-Bas. — Italie (1). — (*Moins la Venétie et les états pontificaux.*

L'Allemagne fut des premières à sortir de la vieille ornière.

---

(1) Nous donnerons plus tard une notice sur l'organisation de l'enseignement dans chacun des pays représentés.

Ce fut, dit-on, chez elle que l'enseignement usuel prit naissance, ce fut chez elle aussi qu'il reçut ses premiers développements. Elle crut que des temps nouveaux veulent des choses nouvelles; elle vit que le XIXe siècle serait le siècle des grands travaux publics, du commerce et de l'industrie, et comprit que les fonctions publiques et les carrières libérales, suffisantes peut-être jadis à l'ambition de la jeunesse, avaient cessé de l'être, et qu'il fallait, sous peine de bouleversements incessants, en dégager les voies encombrées et diriger vers l'industrie, le commerce et les travaux publics, l'activité des générations nouvelles. Elle fonda les « *bürgerschulen* » et les « *realschulen.* »

Les realschulen de Prusse sont de premier ou de second ordre; les bürgerschulen sont des hoohere bürgerschulen ou des bürgerschulen ordinaires. L'enseignement est plus élevé dans les premières que dans les secondes. Celui d'une école réelle de premier ordre ne dure pas moins de 9 ans. On y enseigne l'allemand, l'anglais, le français, l'histoire et la géographie, les mathématiques, les sciences naturelles, le dessin, le chant et la gymnastique. Parfois des cours de latin, d'environ trois heures par semaine, sont donnés dans l'école.

Le nombre des élèves, des trois dernières classes des realschulen, est d'environ 12,800. Nous nous occuperons plus tard des classes supérieures. Il importe de ne pas oublier que l'instruction primaire est obligatoire dans toute l'Allemagne, et qu'elle l'est, en Prusse, jusque vers la 15e année. Élémentaire à l'origine, elle s'élève au fur et à mesure que monte le niveau intellectuel des familles et que grandit la capacité des instituteurs, de telle sorte que, dans beaucoup de communes, l'enseignement des classes supérieures des écoles est ce que nous appelons un enseignement moyen du degré inférieur.

La Suisse suivit le mouvement. Sans mines de charbon ni

de fer, sans ports de commerce ni marine, elle a su créer une industrie florissante, à laquelle elle a assuré des débouchés transatlantiques nombreux. Ses « *écoles secondaires* ou *moyennes* et ses *écoles cantonales* ou *realschulen* » ont sans doute contribué à cette transformation. « Presque dans tous » les cantons, en Suisse, les parents ont le grand avantage de » pouvoir envoyer leurs enfants, sans payer pension, de la » maison paternelle non-seulement à l'école primaire, mais » à une école secondaire ou moyenne, parce que *ces écoles* » *moyennes sont très-nombreuses, et distribuées de telle* » *manière sur le territoire des cantons, que les enfants les plus* » *éloignés n'en sont ordinairement qu'à une lieue de distance* » *environ;* les écoles secondaires, dont l'enseignement dure » trois années ordinairement, prennent les enfants à l'âge de » douze ou treize ans, au sortir de l'école primaire, jusqu'à » l'âge de seize ans. Là on donne obligatoirement l'enseigne- » ment des langues française et allemande; l'une ou l'autre » prédomine suivant la langue en usage dans le canton. Aussi » la connaissance des deux langues devient-elle toujours plus » répandue, plus générale en Suisse, et les écoles secondaires » y sont pour beaucoup. On enseigne en outre, dans les écoles » secondaires, les éléments de la géométrie, de la physique, » de la chimie, la tenue des livres dans ses parties nécessaires » pour la vie pratique, et surtout le dessin, la géographie et » l'histoire...

» Ce sont nos écoles primaires et nos écoles secondaires qui » sont le grand levier de l'enseignement public. Ce sont ces » écoles qui donnent la clef de la situation intellectuelle de la » Suisse. Vous ne trouverez dans notre pays pas un soldat » qui ne sache lire, écrire et calculer; vous ne trouverez, dans » la plupart des cantons, pas un fils de paysan quelque peu » aisé qui n'ait été au moins à l'école secondaire. Depuis 1830,

» je puis le dire, les personnes qui, dans les cantons, occu-
» pent une position analogue à celles des maires ou des mem-
» bres des conseils municipaux en France, ne se bornent pas
» à faire suivre à leurs fils les cours des écoles secondaires,
» ils leur font suivre encore les cours des écoles cantonales
» ordinairement établies au chef-lieu du canton. (1) »

L'école réelle allemande pénétra dans les États scandinaves. En Suède, elle porte le nom d'*apologist skola*, ou de *real linie*, lorsqu'elle constitue une section du gymnase.

On la trouve en Russie, tout au moins dans les provinces allemandes de l'Empire.

Le royaume des Pays-Bas a depuis longtemps de bonnes écoles primaires supérieures, connues généralement sous le nom de *fransche scholen*. La loi du 2 mai 1863 a organisé tout un système d'écoles modernes qui portent le nom de *burgerscholen*, lorsqu'elles sont destinées à la classe industrielle ou agricole, et de *hoogere burgerscholen*, lorsqu'elles sont de nature à être fréquentées par une classe sociale plus élevée. Le cours des *burgerscholen* est de deux ans; celui des *hoogere burgerscholen*, de trois ou de cinq.

L'Italie du nord connut de bonne heure ce genre d'institutions, mais à l'état d'exception. Elle leur a donné le nom d'*écoles et d'instituts techniques*. Elle cherche aujourd'hui à les développer. Mais les remaniements fréquents dont la législation qui les règle est l'objet, prouvent que le système n'a pas pris encore son assiette définitive. Des établissements de ce genre que possédait l'Italie en 1864, deux furent créés de

---

(1) M. Kern, ministre de la Confédération Helvétique à Paris. Déposition devant la commission d'enquête sur l'organisation de l'enseignement professionnel. M. Kern est le seul membre du corps diplomatique à Paris, qui ait paru devant la commission d'enquête, et fait connaître l'organisation de l'enseignement de son pays.

1800 à 1815, trois de 1816 à 1849, six de 1849 à 1861, et cent de 1861 à 1863.

D'après la loi du 13 novembre 1859 et le règlement du 19 septembre 1860, les « *écoles techniques* » ont trois classes. L'enseignement y est littéraire, — italien et français, scientifique et usuel. Les « *instituts techniques* » complètent, à un point de vue plus spécial, et plus technique, l'enseignement de l'école technique. Le cours d'études y est de deux ou de trois ans. Les sections parallèles sont au nombre de quatre; elles ne sont pas nécessairement réunies dans le même institut. Il y a la section administrative et commerciale, la section d'agriculture, la section de chimie, et la section de physique et des mathématiques. Toutefois, même dans les sections des instituts, l'enseignement littéraire prédomine. C'est ce qui nous a fait placer ces établissements dans le chapitre consacré à l'enseignement secondaire spécial, et non dans celui où nous nous occuperons de l'enseignement technique proprement dit, à savoir des écoles industrielles, agricoles, nautiques, etc., et dans lesquelles l'enseignement littéraire, qu'on suppose avoir été fait ailleurs, se trouve complétement exclu.

FRANCE.

La France, malgré les travaux de MM. Cousin et St-Marc Girardin, deux hommes qui ne sauraient être accusés de vouloir l'abaissement du niveau des lettres, malgré la grande autorité de François Arago et malgré l'expérience victorieuse des écoles Turgot et Chaptal, fut lente à se laisser pénétrer de ces idées de réforme. Nous ne pouvons faire ici l'histoire de toutes les tentatives plus ou moins malheureuses, faites dans ce pays pour mettre l'enseignement public en harmonie avec les besoins de la société moderne. Qu'il nous suffise, pour le

moment, de dire que, jusqu'à la loi qui a récemment organisé l'*enseignement secondaire spécial,* la France ne comptait que quelques rares écoles professionnelles, fondées par les municipes, les sociétés industrielles ou les particuliers. Les écoles primaires supérieures, créées en germe par la loi de 1833, ne parvinrent pas à se généraliser. Pour satisfaire à la vanité des familles, il fallut mettre dans les colléges le petit nombre de celles qu'on réussit à établir. La grande masse de la jeunesse française suivait les divisions élémentaires ou de grammaire des lycées et des colléges, et dans ces établissements les programmes ne cessèrent de varier suivant l'idée que l'on se faisait du but de l'enseignement moyen, suivant les intérêts que l'on avait en vue de sauvegarder, et suivant les grandes influences littéraires ou scientifiques qui prévalaient dans les hautes régions du pouvoir. Quand les savants l'emportaient, on combinait dans les divisions inférieures l'étude des sciences avec celle des lettres, et cette partie si nombreuse de la population aisée qui quitte l'école vers l'âge de quinze ans, entrait dans la société avec des notions un peu plus pratiques que celles de la grammaire latine ou des beautés de l'histoire ancienne. Quand, au contraire, les influences littéraires prévalaient, et que les cours de l'enseignement secondaire étaient considérés comme des cours préparatoires à de plus hautes études, et censés devoir être suivis jusqu'à leur couronnement, on concentrait l'enseignement des sciences dans les hautes classes, en se fondant sur cette idée, — qui serait juste si elle n'était trop absolue, — que l'aptitude de l'esprit à saisir les lois mathématiques, naturelles, sociales et politiques, est d'autant plus grande que sa culture littéraire a été plus développée.

Cette lutte s'éleva aux proportions de la plus grande éloquence, en 1837, à la Chambre des députés. On y vit aux pri-

ses les systèmes rivaux : les lettres représentées par M. de Lamartine et les sciences par François Arago. L'illustre astronome se constitua le défenseur de l'élément moderne, de la liberté des communes en fait d'enseignement secondaire, et de la variété dans les méthodes, et l'on peut dire que l'éclat du discours du poëte, revendiquant dans les études le maintien de ces langues, qu'il appelait des langues immortelles, n'effaça pas l'éclat du discours du savant, exposant dans sa majestueuse et sereine grandeur toute la poésie qui découle de l'étude des sciences. L'assemblée fut ravie, mais elle ne fut pas convaincue et le discours du savant resta sans écho (1).

---

(1) « Euler, le grand Euler, était très-pieux ; un de ses amis, ministre dans une » église de Berlin, vint lui dire un jour : La religion est perdue, la foi n'a plus de » bases, le cœur ne se laisse plus émouvoir même par le spectacle des beautés, des » merveilles de la création. Le croiriez-vous? J'ai représenté cette création dans tout ce » qu'elle a de plus beau, de plus poétique et de plus merveilleux ; j'ai cité les anciens » philosophes et la Bible elle-même ; la moitié de l'auditoire ne m'a pas écouté, l'autre » moitié a dormi ou a quitté le temple. Faites l'expérience que je vais vous indiquer, » répartit Euler : Au lieu de prendre la description du monde dans les philosophes grecs » ou dans la Bible, prenez le monde des astronomes ; dévoilez le monde tel que les » recherches astronomiques l'ont constitué. Dans le sermon qui a été si peu écouté, vous » avez probablement, en suivant Anaxagoras, fait du soleil une masse égale à celle du » Péloponèse. Eh bien, dites à votre auditoire que, suivant des mesures exactes, incon- » testables, notre soleil est quatorze cent mille fois plus grand que la terre. Vous avez sans » doute parlé de cieux de cristal emboîtés ; dites qu'ils n'existent pas ; que les comètes » les briseraient ; les planètes, dans vos explications, ne sont distinguées des étoiles que » par le mouvement ; avertissez que ce sont des mondes ; que Jupiter est mille quatre » cents fois plus grand que la terre, et Saturne neuf cents fois ; décrivez les merveilles de » l'anneau ; parlez des lunes multiples de ces mondes éloignés. En arrivant aux étoiles, » à leurs distances, ne citez pas de lieues, les nombres seraient trop grands, on ne les » apprécierait pas ; prenez pour échelle la vitesse de la lumière ; dites qu'elle parcourt » quatre-vingt mille lieues par seconde ; ajoutez ensuite qu'il n'existe aucune étoile dont » la lumière nous vienne *en moins* de trois ans ; qu'il en est quelques-unes à l'égard » desquelles on a pu employer un moyen d'observation particulier et dont la lumière ne » nous vient pas en moins de trente ans.

» En passant des résultats certains à ceux qui n'ont qu'une grande probabilité, montrez » que, suivant toute apparence, certaines étoiles pourraient être visibles plusieurs millions » d'années après avoir été anéanties ; car la lumière qui en émane emploie plusieurs mil- » lions d'années à franchir l'espace qui les sépare de la terre.

» Tel fut, Messieurs, en raccourci, et seulement avec quelques modifications dans

Après divers essais qui ne satisfirent personne, la loi du 21 juin sur « *l'enseignement secondaire spécial* » dota enfin la France d'un programme d'études jusque-là vainement cherché.

Le cours des études est de cinq ans, dont une année préparatoire, et se trouve disposé de telle façon que, chaque année, il y ait un enseignement achevé, complet en soi. Les connaissances indispensables sont placées dans les premiers cours, de sorte que l'élève, obligé d'interrompre ses études dès la première année, emporte toujours quelque chose d'utile, si peu que ce soit. C'est, on le voit, le système inverse de celui qui prévalait autrefois, avec cette différence, qu'autrefois on sacrifiait les faibles aux forts, les petits aux grands, et les pauvres aux riches, tandis qu'aujourd'hui, on a concilié leurs intérêts divers, autant que faire se peut. L'enseignement littéraire et les exercices prédominent dans les premières années,

---

» les chiffres, le conseil que donnait Euler. Le conseil fut suivi : au lieu du monde de la » fable, le ministre découvrit le monde de la science. Euler attendait son ami avec impa- » tience. Il arrive, enfin, l'œil terne et dans une tenue qui paraissait indiquer le déses- » poir. Le géomètre, fort étonné, s'écrie : Qu'est-il donc arrivé? « Ah ! monsieur Euler, » répondit le ministre : je suis bien malheureux ; ils ont oublié le respect qu'ils devaient » au saint temple, ils m'ont applaudi. (Mouvement.)

» Vous le voyez, Messieurs, le monde de la science était de cent coudées plus grand » que le monde qu'avaient rêvé les imaginations les plus ardentes. Il y a mille fois plus de » poésie dans la réalité que dans la fable.

» Telle était aussi, sans doute, la pensée de Malebranche, quand il s'écriait qu'un in- » secte était mille fois plus intéressant que l'histoire grecque et l'histoire romaine. (Très- » bien ! très-bien !)

» Peut-être trouverez-vous, Messieurs, que la défense n'a pas été proportionnée aux » attaques..... Je n'entends en aucune manière nuire aux études littéraires ; mais ce » serait, je crois, un grand malheur qu'on parvînt à établir un divorce entre deux rameaux » qui sont destinés à se fortifier mutuellement..... C'est devant le flambeau des études » scientifiques que se sont évanouis la plupart des préjugés sous lesquels les populations » vivaient courbées, et je suis convaincu que si les études scientifiques n'avaient point été » encouragées, si elles n'avaient pas fait les progrès qui seront l'éternel honneur du » siècle dernier, vous verriez figurer encore sur votre budget, déjà si chargé, un *astrologue* » parmi les fonctionnaires salariés. (Hilarité.) »

sans exclure les notions élémentaires des sciences; les éléments de la géométrie et de l'histoire naturelle sont enseignés dès l'année préparatoire. Une grande importance est donnée au dessin et à la gymnastique. La durée des classes est réduite à une heure. La somme des heures des classes consacrées au travail intellectuel ne dépasse pas en moyenne 20 heures par semaine. Les communes jouissent d'une grande liberté pour modifier le programme suivant leurs convenances, et pour convertir leurs colléges classiques en écoles d'enseignement secondaire spéciales. Une école normale, établie dans les bâtiments de l'antique abbaye de Cluny, forme les professeurs de l'enseignement nouveau.

ANGLETERRE.

L'Angleterre ne connaît guère le système d'administration méthodique et savante qui sur le continent préside à l'instruction. Ayant peu de fonctions publiques, encore moins de professions pour lesquelles des conditions d'aptitude soient exigées, elle n'a pas d'action gouvernementale sur les méthodes. La liberté s'exerce sans entraves et sans autre restriction que celle de la publicité, sans autre contrôle que celui de l'opinion publique. Et cependant l'Angleterre a conservé le culte des lettres classiques, au point qu'un économiste célèbre, M. John Stuart Mill, a pu dire récemment, dans le discours qu'il prononça en sa qualité de recteur de l'Université de Saint-Andrews (Écosse) : « Les seules langues et les seules » littératures auxquelles je voudrais consacrer une place » dans le cours d'étude, ce sont ceux des Grecs et des Ro» mains. » Tout le monde n'est pourtant pas de l'avis de M. Mill, ni M. Gladstone, dont nous allons donner à l'instant

l'opinion sur l'éducation classique, mais qui pense « qu'elle » ne doit s'appliquer dans toute sa plénitude qu'à la petite » portion de la jeunesse qui, dans toutes les nations, cons- » titue la classe des hommes dont l'éducation est complète ; » — « qu'il ne faut pas l'étendre, par une folle exagération, à » ceux dont la profession future exige une instruction spéciale » qui doit limiter plus ou moins pour eux la culture géné- » rale ; » — ni le savant sir Charles Leyll, qui pense « qu'on » peut trouver à peine un terme assez énergique pour dire à » quel point les sciences physiques sont ignorées par les » classes supérieures de l'Angleterre... Au moment même où » ces connaissances acquièrent une importance progressive, » soit en théorie, soit en pratique, elles semblent de plus » en plus exclues du système d'éducation de la haute » société. »

Le besoin d'une réforme grandit, et le désir d'un enseignement plus pratique, plus approprié aux besoins des classes commerciales et industrielles, s'accentue de jour en jour. La section d'instruction moderne de *King's College School*, et les classes du soir de *University College*, deux établissements qui dépendent de l'*Université de Londres ;* les classes du soir de l'*Andersonian University* de Glascow, l'*Owen's College* de Manchester, et la *Lower School* du *Collegiate institution* de Liverpool ont pour but de satisfaire à ces tendances. Les élèves nombreux qui fréquentent ces diverses institutions appartiennent à la classe moyenne. Les cours du soir sont suivis par des jeunes gens employés dans les maisons de commerce.

ÉTATS-UNIS.

Il n'est pas de pays qui ait une aussi grande variété de

méthodes que les États-Unis. L'enseignement moderne, d'une utilité plus immédiate que l'enseignement classique, devait naître et fleurir dans un pays où l'on se jette dans le tourbillon des affaires, à un âge où, ailleurs, on est encore en tutelle. On comprend la difficulté, l'impossibilité même, qu'il y a de saisir quelques grandes lignes d'ensemble dans cette diversité infinie. Comme nous donnerons une notice spéciale sur l'organisation de l'enseignement aux États-Unis, nous nous bornerons à dire, pour le moment, ce qui se fait dans le Massachusetts. Chaque commune, d'après la loi de l'État, est tenue d'avoir au moins :

1	école,	si elle	comprend	100	familles	ou chefs	de maison;
2	»	»	»	150	»	»	»
3	»	»	»	500	»	»	»

La loi de 1825 rendit obligatoire l'enseignement de l'orthographe, de la lecture, de l'écriture, de la grammaire anglaise, et du *good behaviour*. On y ajouta successivement l'histoire des États-Unis, la physique, l'hygiène, l'algèbre, la musique vocale, le dessin et les notions d'agriculture.

Tel est l'enseignement que toute commune du Massachusetts peut, en vertu de la loi, être tenue de donner, n'eût-elle que 100 familles, soit 400 à 500 habitants, et comme l'instruction est obligatoire dans le Massachusetts, telle est l'instruction que reçoivent les enfants du peuple.

Toute commune peut, et chaque commune contenant 500 familles, 2,000 âmes, doit, indépendamment des écoles susdites, maintenir une école où, aux branches d'enseignement indiquées plus haut, s'ajoutent celles de l'histoire générale, de la tenue des livres, de l'arpentage, de la géométrie, de la philosophie naturelle, de la chimie, de la botanique et du droit con-

stitutionnel de l'État et de la République américaine. Ces écoles portent le nom de *High Schools* de la 2e classe.

Si le nombre d'habitants de la commune s'élève à 4,000, la loi veut qu'on enseigne de plus le latin, le grec, le français, l'astronomie, la géologie, la rhétorique, la logique, la morale et l'économie politique. Indépendamment des communes où l'enseignement est obligatoire et existe, il y avait, en 1864, 20 communes de moindre importance, qui, sans y être pourtant astreintes légalement, avaient fondé des établissements d'enseignement de ce genre. Ces écoles portent le nom de *High Schools* de la 1re classe. On donne aussi parfois aux unes et aux autres les noms de *Grammar Schools* ou d'*English Schools*, lorsqu'on n'y enseigne pas le latin ou le grec. Parfois encore le cours d'enseignement moderne porte le nom de *Partial Course*.

Chaque commune peut enfin entretenir des écoles pour l'enseignement de personnes âgées de plus de 15 ans. Nous donnerons le programme de l'une d'elles, lorsque nous nous occuperons des humanités modernes.

BELGIQUE.

Dès avant 1830, M. Dewez, inspecteur des athénées et des colléges, conseillait au gouvernement belge de remplacer la plupart des petits colléges par de bonnes écoles moyennes, c'est-à-dire des écoles où l'enseignement se ferait à l'exclusion des langues mortes. Un an plus tard, M. Ph. Lesbroussart, administrateur-inspecteur de l'instruction publique, élabora un projet de loi dont les notes explicatives marquent une phase intéressante du développement d'idées dont nous nous occupons.

La commission du 30 août 1831 proposa de créer, aux frais de l'État, deux sortes d'établissements d'enseignement moyen.

Les uns, sous le nom de *Colléges*, devaient enseigner les langues mortes et les sciences, de manière à conduire les élèves jusqu'aux universités; les autres, sous le nom d'*Écoles industrielles*, devaient exercer les jeunes gens à l'étude des langues modernes et à celle des applications des sciences. Ces deux sortes d'enseignement pouvaient se trouver réunies dans le même établissement, qui, offrant ainsi l'ensemble des cours qui constituent l'enseignement moyen, prenait le nom d'athénée.

Ce projet, pour des motifs politiques, n'aboutit pas.

Une nouvelle commission, instituée le 18 novembre 1833, proposa la création, aux frais de l'État, d'athénées modèles, qui devaient être organisés de manière qu'on y enseignât : les humanités classiques, aux jeunes gens qui se destinaient aux études universitaires; la science et les langues modernes, à ceux qui voulaient suivre la carrière militaire, celle du génie civil, des arts, de l'industrie ou du commerce.

Des raisons politiques arrêtèrent encore ce projet à son début.

Entretemps, les communes, devenues par la révolution à peu près souveraines en fait d'enseignement, et subissant l'influence des pères de famille, organisèrent ou subsidièrent des établissements d'enseignement moderne. M. Trasenster (1), chargé d'étudier cet enseignement en Allemagne, en soutint l'utilité, dans un rapport bien fait et qu'on relit volontiers, et lorsqu'intervint la loi organique de 1850, qui sanctionna ce système, il avait tellement passé dans les mœurs, que le gouvernement crut inutile d'en justifier la convenance. La discussion porta, non sur le point de savoir ce qu'on enseignerait aux enfants, mais sur le point de savoir qui aurait le droit d'enseigner. Après une lutte homérique qui ne dura pas moins de deux mois

---

(1) Professeur à l'Université de Liége.

parlementaires, l'État reçut le droit de tenir 10 athénées modèles à 2 sections, 1 section d'humanités classiques et 1 *Section professionnelle*, plus 50 écoles primaires supérieures, sous le nom d'*Écoles moyennes*.

VARIÉTÉ DES DÉNOMINATIONS.

La Belgique possède, de plus, une foule d'établissements communaux ou libres, fondés sur ces bases.

Tous les peuples éclairés sont donc aujourd'hui d'accord sur la nécessité d'un enseignement approprié aux classes commerciales, industrielles et agricoles. Mais tous ne le sont pas sur le nom à lui donner. L'Allemagne l'appelle *usuel*, *réel*, *bourgeois;* les Suédois, *apologiste* ou *réel*. Les Suisses et les Néerlandais ont emprunté leurs dénominations à l'Allemagne : la Suisse a préféré le nom *réel;* les Pays-Bas, celui de *bourgeois;* les Italiens l'appellent *technique*, les Français *secondaire spécial*, et les Espagnols, *spécial*, *commercial et industriel*. Les Anglais lui ont donné le nom de *moderne*, et les Belges celui de *professionnel*, tout en appliquant aussi ce mot à un enseignement bien différent dont nous nous occuperons plus loin. Les écoles ou les sections d'écoles qui y sont affectées, s'appellent en Allemagne *Bürgerschulen*, *Realschulen*, et lorsque, à l'enseignement moderne on ajoute dans une certaine mesure celui du latin, l'établissement prend dans ce pays le nom de *Real Gymnasium*. La Suède les appelle *Realschulen*, *Reallinien*, ou *Apologist Skola;* la Suisse, *Écoles secondaires et cantonales;* la France, colléges ou sections de colléges et de lycées d'*Enseignement secondaire spécial;* les États-Unis, *Modern english* et *partial Schools* ou *Courses*. Les Belges enfin ont préféré le nom d'*écoles moyennes* et de *sections professionnelles* des athénées et des colléges.

Voilà bien des mots, et des mots parfois bien barbares pour désigner une même chose et une chose fort naturelle. Si les diverses nations dont nous venons de parler s'étaient attachées à ne pas s'accorder sur les dénominations à choisir, elles ne s'y fussent pas mieux prises. On comprendra que les membres du jury ont pu longtemps se parler sans s'entendre. Il faut donc, lorsqu'on étudie cette question, commencer par où nous avons fini, c'est-à-dire se méfier des mots, s'attacher aux programmes et aux heures consacrées, par semaine, à chaque branche d'enseignement, ainsi qu'à l'âge moyen des enfants dans chaque classe.

SONT-ELLES EXACTES?

Entre ces diverses dénominations, nous serions fort embarrassés de choisir, par la raison que pas une d'entre elles ne nous semble complétement exacte. L'enseignement dont nous venons de parler est bien un enseignement *spécial, professionnel, technique, commercial, industriel,* en ce sens qu'il convient mieux aux classes industrielles et commerciales qu'une étude insuffisante des langues mortes. Mais ces mots cessent d'être justes lorsqu'ils laissent supposer que l'enseignement auquel ils s'appliquent, revient exclusivement aux classes de la population dont nous parlons. S'il n'est plus permis à un jeune homme d'une famille un peu aisée, et quittant l'école vers l'âge de 15 ans, d'ignorer les choses *usuelles* ou *réelles*, cette ignorance est encore moins permise à un homme d'une classe sociale plus élevée et qui prolonge davantage ses études. Si l'on n'admet plus que les premiers ignorent complétement les langues étrangères, les sciences naturelles et sociales, la comptabilité et la tenue des livres, à plus forte raison ne saurait-on l'admettre lorsqu'il s'agit d'un gradué en lettres, d'un bachelier, d'un licencié ou d'un docteur.

L'enseignement spécial doit être un enseignement général. De nos jours, tout homme disposant d'un capital petit ou grand, se trouve plus ou moins intéressé dans les questions financières, commerciales ou industrielles, en sa qualité de créancier de l'État ou d'actionnaire de sociétés. Combien en est-il qui soient en état d'apprécier un compte rendu financier, ou d'exercer un contrôle sérieux sur l'administration de la société qui manipule leurs capitaux? L'enseignement, sans doute, ne peut pas suppléer à l'expérience des affaires, mais il peut en donner la clef. Tel est le but de l'enseignement moderne. Il n'est donc ni spécial, ni professionnel, ni commercial, ni industriel, ni technique, il est général, en ce sens qu'il est indispensable à tout homme qui veut ne pas jouer dans la société le rôle que joua Candide, de Voltaire. Le nom d'enseignement primaire supérieur lui conviendrait beaucoup mieux. C'est le nom qui lui fut donné à l'origine, qu'il aurait conservé s'il n'avait fallu compter avec la politique, ou plutôt avec les expédients de la politique et avec la vanité de quelques familles, qui ne voulaient à aucun prix que leurs enfants allassent à l'école primaire. L'enseignement basé sur les langues vivantes, les sciences, les connaissances usuelles, peut être plus ou moins étendu. Dans sa partie élémentaire, celle qui correspond au programme de nos écoles moyennes, il sera, si nous conservons l'ordre et la paix, avant vingt ans d'ici l'enseignement de toute la nouvelle génération populaire. Dans sa partie élevée, il prend le caractère d'un enseignement nouveau que nous examinerons plus loin, et qu'on tend à appeler du nom d'*Humanités modernes* (1).

---

(1) Nous parlerons plus tard de l'enseignement technique proprement dit, c'est-à-dire de l'enseignement des écoles industrielles, des écoles d'agriculture, des écoles de navigation, des écoles spéciales, etc.

EN ATTENDANT, QUELLE VOIE FAUT-IL SUIVRE?

Deux voies sont donc ouvertes à l'enfant arrivé à la dixième année : l'une qui conduit aux carrières commerciales et industrielles, l'autre qui ouvre l'accès des professions savantes.

Mais laquelle choisir ?

Le père, dont le devoir est de mettre ses enfants à même d'acquérir une position égale ou supérieure à celle qu'il occupe lui-même — c'est l'un des ressorts du progrès — le père voudrait bien, en échange des sacrifices qu'il va s'imposer, que son fils fût apte à suivre les carrières commerciales et industrielles ; il voudrait bien aussi ne pas lui fermer les carrières savantes; mais il ignore quelles seront, à l'époque où son fils sera devenu homme, les chances d'avenir de ces diverses professions. Comment prévoir les besoins sociaux, huit ou dix ans d'avance? La vocation de son fils ne lui est du reste pas connue, et il faut, dans le choix d'une carrière, tenir grand compte de la vocation. La difficulté existe pour les familles anciennes, arrivées depuis longtemps à l'aisance, où règnent des traditions, où prévaut une expérience transmise de génération en génération, et auxquelles l'instruction s'impose plus comme un devoir d'éducation que comme une condition indispensable à l'exercice d'une profession lucrative. Pour les familles nouvelles, ces familles que le développement de la richesse arrache chaque année des rangs du peuple, et qui élevées à un rang social où l'insuffisance de l'instruction est plus pénible, ont désormais pour suprême ambition de donner à leurs enfants la culture intellectuelle qui leur manque, pour ces familles l'embarras est cruel.

Les erreurs commises sont nombreuses, et ces erreurs ont

rempli la société de gens déclassés, de commerçants et industriels qui, n'étant point aptes au commerce et à l'industrie, ont perdu la fortune acquise par leurs pères, et qui eussent peut-être brillé dans les professions savantes; de gens qui végètent dans les professions savantes et qui eussent peut-être fait d'excellents industriels ou négociants.

Il y a là une immense déperdition de forces sociales, si l'on songe combien est petite la fraction de la population qui jouit d'assez d'aisance pour suivre les cours de l'enseignement moyen. A ce titre, toute mesure qui reculera l'époque où le choix doit se faire, sera une mesure utile.

La statistique est l'image fidèle de ces incertitudes et de ces erreurs.

Le nombre des jeunes gens qui, en Belgique, dans les athénées, commencent des études latines sans les poursuivre jusqu'en rhétorique, est de 50 p. c., c'est-à-dire que sur 100 élèves qui entrent dans la sixième latine, 50 seulement vont jusqu'en rhétorique. Le déchet doit être plus considérable encore dans les établissements libres. Il grandit, si l'on établit la comparaison entre la sixième latine et la classe de philosophie, sans laquelle il n'y a pas d'enseignement humanitaire complet. Quelques-uns sont morts, d'autres se sont retirés pour défaut absolu de capacité et n'eussent pas mieux réussi sous l'application d'un autre système. Ceux qui ont fait défaut pour les causes générales que nous venons d'indiquer, doivent pourtant être en nombre considérable.

En Prusse, pour l'année 1863, le nombre des élèves du 6me gymnase était de 7,292, en troisième de 6,264, et en première 4,648. Mais les trois classes supérieures ont généralement chacune deux années d'études, c'est-à-dire que l'enseignement des humanités est en Prusse de 9 ans. En supposant que les élèves se partagent par moitié dans chacune des sec-

tions des trois hautes classes, nous aurions, pour la dernière année de l'enseignement, 2,324 élèves. Il y a donc près de 5,000 élèves qui n'ont pas poursuivi le cours classique jusqu'en philosophie. Dans les progymnases, la perte est plus grande. On trouve, en effet, 739 élèves en 6me et 5 en première. Si nous cherchons combien d'élèves ont suivi le cours avec assez de fruit pour obtenir leurs grades, nous trouvons que le nombre de diplômes de maturité délivrés par an, est de 1,900 environ, et comme 8,000 jeunes gens environ ont commencé leurs études de gymnase, il s'ensuit que 6,000 sont restés en route.

En Italie, les établissements classiques sont de deux sortes : Les gymnases, qui comprennent 4 ou 5 classes inférieures, et les lycées, qui embrassent les 3 classes supérieures, y comprise celle de philosophie.

La population des « gymnases » était, en 1862-1863, de 22,759 élèves; celle des « lycées, » de 4,672, soit 1/5e de celle des gymnases, et ce nombre diminuait encore de moitié dans les universités. Les jeunes gens qui ont entrepris les études classiques sans les achever sont en immense majorité.

« Si, après trois ou quatre années de « gymnase », un
» jeune homme est obligé d'interrompre ses études, et nom-
» breux sont ceux qui les interrompent, à quoi lui serviront
» ces premières notions de grec et de latin, acquises au prix
» de tant d'efforts? Ne les échangerait-il pas volontiers,
» et ce, avec profit, contre des notions plus étendues en
» arithmétique et en géométrie, contre quelque habileté dans
» l'art du dessin, contre une plus grande facilité dans l'expo-
» sition verbale ou écrite de ses idées? Le petit nombre des
» élèves des « lycées, » en comparaison de celui des « gym-
» nases », résultant des tableaux statistiques, montre qu'aux

» études classiques s'applique dans toute sa force la vérité » de la parole évangélique : beaucoup sont appelés et peu » sont élus (1). »

» Lorsqu'un élève entre au lycée, c'est pour en suivre » successivement toutes les classes. Nous sommes donc as- » surés de son attention et de son travail, pendant sept ou » huit ans, et nous disposons nos méthodes en conséquence... » Les études classiques ressemblent à une voûte, qui ne peut » servir qu'après qu'on en a posé la clef, et cette clef, on ne » la pose que dans les grandes classes de rhétorique et de » philosophie (2). »

L'enseignement classique est donc nul pour celui qui ne l'achève point. Ce qui ne veut pas dire que, dans une certaine mesure, l'étude à laquelle il se sera livré n'aura pas développé d'une manière générale son esprit. Mais la question n'est pas là, il s'agit de savoir si un autre programme ne lui eût pas mieux convenu.

Nous établirons le parallèle entre les connaissances qu'emporte de l'école un élève sorti de la troisième latine en Belgique, et celles qu'aura reçues un élève ayant suivi les cours de l'enseignement secondaire spécial en France. Le programme en a été récemment élaboré, à la suite d'un long travail de comparaison entre les diverses méthodes usitées à l'étranger et en France même. Il est bien conçu, quoiqu'il soit un peu surchargé. Réparti sur une couple d'années de plus, il serait parfait. Tenant compte de cette observation, nous prendrons un élève ayant terminé la troisième année d'études de l'enseignement spécial. Le premier aura étudié cinq ans, y

---

(1) *Sulle constituzione della pubblica istruzione nel regno d'Italia. Relatione generale.*
(2) M. V. Duruy, ministre de l'instruction publique en France.

comprise l'année préparatoire ; le second quatre, y comprise l'année préparatoire.

L'humaniste classique aura appris le français, le flamand, le latin, le grec, l'allemand ou l'anglais, 5 grammaires, l'histoire ancienne, l'histoire du moyen âge jusqu'à la fin de la première croisade, la géographie ancienne et la géographie physique de l'Europe et de l'Asie, l'arithmétique et un peu d'algèbre et de géométrie. Dans quelle mesure possède-t-il les langues et les sciences qu'il a apprises?

Quelles sont les notions qui lui manquent?

Quatre années durant, il a consacré la moitié de ses heures de classe, et partant aussi la moitié de ses heures d'études, au latin et au grec; le reste du temps a été partagé entre les autres matières du programme. Partant les connaissances qu'il a, sont des plus superficielles : ce qu'il ignore, c'est l'histoire du moyen âge, l'histoire moderne, l'histoire contemporaine et la géographie moderne. Il ne sait rien des langues vivantes, ni de la physique, ni de la chimie, ni de la comptabilité. A quoi peut-il être utile?

L'élève sorti de l'école d'enseignement spécial, aura étudié :

	Par semaine.		
Le français	5	heures	de classe.
Les langues vivantes	4	»	»
L'histoire de France et l'histoire générale, jusqu'à nos jours; la géographie, y comprise la géographie commerciale. . . .	2 1/2	»	»
Les mathématiques	3 1/4	»	»
L'histoire naturelle (zoologie, botanique, géologie)	2	»	»
Pendant les trois dernières années.			
La cosmographie.	1	»	»
Pendant la dernière année.			
La chimie et la physique	4	»	»
Pendant deux ans.			
La comptabilité	1	»	»
Pendant trois ans.			

Enfin 9 heures de classe par semaine auront été consacrées,

chaque année, au dessin, à la gymnastique et au chant, c'est-à-dire à l'éducation du corps, de la main, de l'œil et de l'ouïe

Le travail intellectuel proprement dit aura été de 20 heures au plus par semaine.

Les matières du programme sont, de plus, disposées de façon que chaque année forme en quelque sorte un enseignement achevé. L'élève qui cesse ses études après la 3me, la 2me ou la 1re année, emporte toujours quelque chose de l'école, si peu que ce soit.

L'opposition est telle, que nous croyons inutile d'insister.

En un mot, la question qui, avant l'organisation de l'enseignement spécial, se présentait pour tous les jeunes gens de la classe aisée, n'est pas complétement résolue. Pourrait-elle l'être?

Le désir de supprimer les non-valeurs qu'engendre le système actuel, a donné naissance à l'idée de la concentration des humanités classiques dans les classes supérieures de l'enseignement moyen. Comme cette question intéresse la partie de la population pour qui l'enseignement moyen est une préparation aux grands travaux de l'intelligence, nous l'examinerons plus loin.

HUMANITÉS ET SCIENCES.

Humanités classiques et humanités modernes. — Humanités latines et humanités grecques. — Concentration des humanités classiques. — Durée normale des humanités. — Durée journalière du travail intellectuel dans la jeunesse.

A partir de la quinzième année, les rangs des élèves s'éclaircissent de jour en jour. Ceux qui poursuivent leurs études jusqu'en philosophie sont peu nombreux, et ceux qui abordent l'enseignement des facultés et des écoles spéciales supérieures, sont moins nombreux encore. Pour les uns et les autres, l'enseignement qu'ils reçoivent, à partir de la quin-

zième année, est, pendant quatre ou cinq ans, un acheminement vers une culture intellectuelle plus étendue, soit qu'ils s'y livrent au foyer domestique, soit qu'ils la poursuivent dans les écoles, et s'y adonnent avec plus ou moins de travail et de succès pendant toute leur vie.

Quelle est la meilleure préparation à cette culture? Sont-ce les lettres? Sont-ce les sciences? Y a-t-il sous ce rapport une distinction à faire entre l'homme se destinant aux travaux qui supposent nécessairement de fortes études littéraires, et celui aspirant aux travaux qui ont les sciences pour base? En cas de compromis entre les lettres et les sciences, quelle est la part à faire aux unes et aux autres? Quel est, dans les humanités, le rôle qui revient au grec, et le rôle qui revient au latin? Les lettres ou humanités modernes peuvent-elles, dans la gymnastique intellectuelle de la jeunesse, tenir lieu des lettres ou humanités classiques? Serait-il possible, comme l'affirme François Arago, de concentrer davantage l'étude des langues mortes, d'en répartir le cours sur un moins grand nombre d'années, et de le fixer tout entier dans les classes supérieures, de façon à avoir une gradation plus régulière dans l'enseignement?

Enseignement élémentaire jusqu'à 12 ans.

Enseignement primaire supérieur, de 12 à 15.

Humanités classiques ou modernes, de 15 à 20.

Enseignement supérieur, de 20 à 25.

Les humanités ne se terminent-elles pas actuellement à un âge précoce? N'y a-t-il pas lieu d'abréger la durée journalière du travail intellectuel de la jeunesse?

Telles sont les nombreuses questions que soulève, d'une part, le développement des sciences, et le désir chaque jour plus répandu de connaître les lois naturelles et sociales; de l'autre, la facilité des communications et le besoin qu'éprouve

tout homme instruit d'étudier la littérature des pays étrangers, leurs institutions et leurs mœurs, ce qui ne peut guère se faire, si l'on n'en connaît la langue (1).

Et d'abord, quel est le but de l'enseignement secondaire supérieur, ou, pour nous servir d'une expression plus concise et plus généralement reçue, quel est le but des humanités? Faute de s'entendre sur ce point, on dispute dans le vide.

BUT DES HUMANITÉS. — HUMANITÉS CLASSIQUES ET HUMANITÉS MODERNES.

Le premier Pitt, conduisant au collége son fils cadet, qui fut le second Pitt, lui donna, sous forme de conseil, la meilleure définition possible de l'enseignement dans ce qu'il a de plus élevé : « Je ne te demande qu'une seule chose, c'est que, » lorsque tu sortiras d'ici, je puisse dire de toi : c'est un » homme. » L'enfant profita du conseil, et donna ce spectacle rare, de deux hommes de génie se succédant dans la même famille à un degré aussi rapproché que celui du fils au père. L'enseignement, ou sa forme plus générale l'éducation, est la formation d'une personnalité.

Former l'homme, affermir sa volonté, agrandir pour lui le domaine du monde moral, développer sa faculté de penser et de sentir, d'observer et de conclure, de parler et d'écrire, telle est, en effet, la mission de l'enseignement. Tel est le but que ne peut qu'imparfaitement atteindre, faute de temps, l'enseignement primaire, mais auquel l'enseignement des humanités a l'ambition d'arriver. Tel est le but des humanités classiques, tel est aussi le but des humanités modernes. L'un et l'autre

---

(1) « Jamais nous ne pouvons arriver à connaître réellement les pensées, les senti« ments, le caractère personnel d'un peuple étranger, sans savoir sa langue. » J. S. MILL.

enseignement ont les lettres pour base. L'expérience prouve, en effet, que l'enseignement exclusif des sciences est un enseignement stérile. L'enfant sait, mais le flambeau qui doit éclairer ce qu'il sait lui manque. Les mathématiques développent la faculté d'abstraire et de déduire, Les sciences physiques et chimiques habituent l'esprit à l'analyse des faits naturels. La botanique et la zoologie forment à la classification; l'une et l'autre apprennent à coordonner les faits et les notions, à mettre en relief les caractères distinctifs et à laisser dans l'ombre les points secondaires. Toutes développent des facultés spéciales de l'esprit, elles lui donnent la précision, la netteté, la rectitude; mais l'homme complet ne se forme que par l'étude de la pensée, des caractères, des passions, des vertus et des vices, tels qu'ils se révèlent dans les œuvres des grands écrivains ou dans l'histoire : « Le plus noble objet de contemplation que l'homme ait sur la terre, c'est l'homme lui-même (1). »

L'un et l'autre enseignement tendent donc aux mêmes fins, seulement leurs méthodes diffèrent.

C'est par la culture des langues mortes, par l'étude des civilisations antiques, de leurs lois, de leurs mœurs, de leurs idées; par le commerce incessant de l'esprit moderne avec l'esprit des philosophes et des hommes politiques du passé, que les humanités aspirent à former la jeunesse. Dans ce système, on attache peu de prix à la variété des connaissances, mais davantage à leur intensité. On cherche surtout à perfectionner l'instrument qui permettra de les acquérir avec plus de facilité, et en plus grande abondance plus tard, lorsque l'esprit aura acquis toute sa virilité; d'une façon toute désin-

---

(1) L. Macaulay, *Essais.*

téressée « on crée la force qui ensuite met en mouvement toutes » les autres, la force de l'esprit (1). »

Ce système a pour lui l'autorité de plusieurs siècles d'expérience. Son influence est marquée dans l'histoire du développement de l'esprit humain. Il a hâté la maturité des langues sorties du moyen âge, tout en altérant trop souvent, il est vrai, l'originalité de leur génie. Il a formé, depuis la première renaissance des lettres jusqu'à nos jours, la plupart des grands écrivains et des grands penseurs : le Dante, Galilée, Newton, Laplace, Shakespeare lui-même (2) et Molière (3), qui le paya d'ingratitude.

« La civilisation moderne de l'Europe, depuis le moyen » âge jusqu'à nos jours, est le produit de deux grands facteurs : le christianisme et l'inspiration grecque (l'esprit » romain n'en est qu'un reflet). Saint-Paul, l'apôtre des gentils, symbolisa en sa personne ce grand hyménée. La place » d'Aristote et de Platon, par exemple, dans l'éducation » chrétienne, n'est ni arbitraire ni susceptible d'être changée. » Les matériaux de ce que nous appelons une éducation classique ont été préparés, et nous pouvons dire préparés à » dessein et d'une façon providentielle, pour devenir non pas » seulement une adjonction, mais, pour me servir d'une » expression mathématique, le complément du christianisme » dans la culture de l'esprit humain (4). »

C'est en enseignant aux jeunes gens les beautés des langues vivantes, en leur permettant, par l'acquisition de ces instruments nouveaux, de franchir le cercle étroit d'idées qui éclosent autour d'eux ; c'est en leur faisant connaître, dans une

(1) V. Duruy, Ministre de l'instruction publique en France.
(2) François Victor Hugo. *Préface aux deux Hamlet.*
(3) La première œuvre de Molière fut une traduction : Lucrèce.
(4) M. Gladstone.

mesure beaucoup plus large, les lois des sciences naturelles, économiques, politiques, mathématiques, et étudier la vie de ceux qui en ont vaincu les difficultés ou les mystères, que l'enseignement littéraire moderne cherche à former l'homme.

Il est nouveau-venu comme la bourgeoisie, et, après avoir eu à l'origine la modeste ambition de donner quelques notions des lettres et des sciences à ceux qui se destinent au commerce et à l'industrie, il a élargi son programme littéraire et scientifique, et cherché à diverses reprises à se poser en rival du système des humanités classiques.

Les raisons qu'il invoque, pour réclamer sa place dans la culture intelligente de la jeunesse, sont les suivantes :

Les langues modernes, d'une utilité plus pratique que les langues mortes, offrent par leurs difficultés une gymnastique intellectuelle d'une valeur à peu près égale. Elles ont des modèles littéraires qui ne le cèdent point aux plus beaux modèles de l'antiquité : « *Othello* est peut-être la plus grande œuvre » qu'il y ait au monde. » « Le style de Dante est peut-être » le plus original, si ce n'est le plus grand de ses mérites. » Je ne connais rien qu'on puisse lui comparer. Les plus » nobles modèles de l'art grec doivent lui céder le pas (1). »

Les classiques grecs et latins peuvent, du reste, être étudiés dans d'excellentes traductions. « Pour le grec, le latin, l'ita- » lien, l'espagnol, nous pouvons lire les principaux ouvrages » de ces nations dans les traductions allemandes, si bonnes, » que nous n'avons pas de raisons, à moins d'un but tout » particulier à atteindre, pour perdre beaucoup de temps à » l'étude pénible de ces langues. Il est dans la nature alle- » mande de savoir apprécier, chacune dans son genre, les

(1) L. Macaulay. *Critique sur les principaux auteurs italiens.*

» œuvres nées au dehors, et de savoir se prêter à l'originalité
» étrangère. Ceci, joint à la grande flexibilité de notre lan-
» gue, rend les traductions allemandes d'une fidélité et d'une
» perfection absolues. Et il ne faut pas se cacher que l'on va
» très-loin déjà avec une bonne traduction. Frédéric-le-Grand
» ne savait pas du tout le latin, mais il lisait son Cicéron
» dans la traduction française, aussi bien que nous autres
» dans l'original (1). »

« Napoléon ne savait pas le latin, mais il avait fait des
» études profondes de la littérature française; car il connais-
» sait nos auteurs; il les admirait et les citait à propos; il
» avait passé sa vie avec Plutarque, non pas dans l'original,
» mais dans la traduction d'Amyot.

» Homère, Euripide, Platon, Aristote, n'avaient appris
» aucune langue étrangère. La Fontaine, l'immortel rival de
» Phèdre et d'Esope, ne savait pas le grec (2). »

« Le latin, par ses difficultés, absorbe un temps énorme.
» C'est un bel et grand adjencement, sans doute, que le grec
» et le latin, mais on l'achète trop cher. Ce n'est pas à dire
» que ce ne soit une belle et bonne chose que le bien dire, mais
» non pas si bonne qu'on la fait; et je suis despit que notre
» vie s'embesogne à tout cela (3). » Pour arriver à une con-
naissance suffisante de cette langue dans le temps que les
familles aisées, ou même riches, peuvent ou veulent consacrer
à l'enseignement secondaire, il faut négliger les langues vi-
vantes, que l'élève latiniste ne sait guère, les sciences natu-
relles qu'il sait moins encore, l'économie politique, le droit
public et privé, qu'il ignore, en un mot toute cette partie

---

(1) *Conversation de Goëthe,* par ECKERMANN, 10 janvier 1825, p. 150.
(2) FR. ARAGO.
(3) MONTAIGNE, *Essais.*

de la science qui explique les faits au milieu desquels l'homme du XIXe siècle se trouve appelé à vivre, et dont l'enseignement est de nature à développer chez l'enfant cette faculté d'observation à laquelle la civilisation moderne doit ses conquêtes dans le passé, et devra ses conquêtes dans l'avenir.

Les femmes n'apprennent pas le latin, du moins en Europe, et cependant elles ont du jugement, et manient leur langue maternelle avec plus de facilité, de souplesse et d'élégance que maint latiniste. Elles comptent peu d'écrivains, encore moins de grands esprits, c'est vrai, mais les années que la femme consacre à l'étude sont courtes. Le temps qu'elles donnent aux arts techniques ou aux arts d'agrément est énorme. Il est fort peu de femmes qui entrent dans le monde avec une instruction littéraire supérieure à celle que l'homme possède en sortant d'une bonne école moyenne. La femme, du reste, est faite pour la vie affairée du ménage et la conversation facile, et non pour la tension d'esprit du travail intellectuel. Les menus détails dans lesquels se passe son existence, ménage, si elle est bourgeoise; toilette, plaisirs mondains et dévotions, si elle est grande dame, lui font vite oublier ce qu'elle a appris, et lui rendent inaccessibles les hautes sphères où « *montent des savants les spéculations.* » Le petit nombre de femmes savantes n'est donc pas un argument contre l'enseignement littéraire moderne.

Les études humanitaires classiques, qu'on dit être les études générales par excellence, sont, en réalité, des études fort spéciales pour le grand nombre de ceux qui les abordent. L'ignorance dans laquelle on les a tenus des choses pratiques les fait repousser du commerce et de l'industrie. Si l'État, cette Providence qu'ont inventée la Révolution et les bacheliers, ne leur venait en aide par le monopole et les priviléges,

ils seraient fort embarrassés (1). L'avenir est au commerce, à l'industrie, à l'agriculture ; ce sont là les professions qui créent. L'organisation de l'enseignement ne leur a que trop enlevé jusqu'ici l'intelligence et les forces de la jeunesse.

Il ne suffit pas d'avoir, dans une mesure quelconque, satisfait aux besoins de ces classes. Il faut ériger en règle ce qui n'est qu'une exception, organiser, en un mot, les humanités modernes.

Les civilisations antiques sont suffisamment connues. Elles ont donné à l'humanité tout ce qu'elles pouvaient donner. Elles ont sondé les lois de la pensée et la profondeur du cœur, au point que bien peu de choses ont depuis été ajoutées à leurs découvertes. La mission de l'homme moderne est d'étudier les lois sociales et les lois naturelles. Pour cette étude, le grec et le latin sont superflus ; les langues modernes sont indispensables, car lettrés et savants écrivent aujourd'hui dans leur langue maternelle. Le latin a cessé d'être la langue des lettres et des sciences ; il a cessé d'être la langue de la diplomatie et des traités ; il a cessé d'être la langue de l'enseignement et des examens.

Tous les actes de l'administration civile, même les actes de naissance, de mariage et de décès sont rédigés en langue vivante. Le latin a cessé d'être la langue universelle. Rien ne l'a remplacé, et un vide immense s'est fait dans le domaine des communications intellectuelles des peuples. Il n'est plus possible de s'adonner aux grands travaux de l'intelligence, si l'on ne possède à fond les trois langues dans lesquelles se formulent de nos jours les grandes œuvres littéraires et scientifiques,

(1) Voir le *Times* du 5 novembre, 2e correspondance de Madrid, sur la manière dont se passe, dans un pays où tout le monde apprend le latin, la journée d'un ministre populaire au lendemain d'une révolution.

le français, l'allemand et l'anglais. Restaurer le passé est impossible, on ne remonte pas le cours des âges. Nous ne pouvons sortir de la situation fausse où nous nous trouvons qu'en marchant d'un pas plus résolu vers l'avenir. L'heure est venue de faire un pas de plus dans la substitution du moderne au classique. Le latin et le grec doivent sans doute encore faire l'objet d'un enseignement, mais d'un enseignement spécial comme le droit, la médecine et le génie civil, pour ceux à qui l'étude en est indispensable, utile ou agréable.

Si l'expérience qu'on a faite jusqu'ici des humanités modernes semble les condamner, c'est que les humanités modernes n'existent pas, au moins en Belgique. On ne saurait donner ce nom aux sections professionnelles des athénées belges. Si les élèves sortis de la rhétorique latine ont une faculté de compréhension plus grande, même pour les sciences, que les élèves sortis de la rhétorique professionnelle, c'est que les premiers ont une année et souvent deux années d'études de plus que les seconds, et c'est beaucoup à cet âge.

Les professeurs des langues mortes sont meilleurs que ceux des langues vivantes. Ils ont une culture littéraire que les seconds n'ont pas. Ils satisfont à la fois au double but de l'étude des langues étrangères, qui est non-seulement d'apprendre à les lire et à les parler, mais surtout à s'en servir comme d'un instrument propre à mieux apprendre la langue maternelle et à développer l'esprit. Les jeunes gens qui fréquentent les sections des humanités, appartiennent à des familles où prévaut une culture intellectuelle supérieure à celle que l'on trouve dans les familles dont les enfants suivent la section professionnelle. Les premiers ont donc reçu, indépendamment de l'enseignement proprement dit, l'enseignement du foyer domestique, cet enseignement de la conversation, qui fait le fond de l'éducation anglaise, et que l'enseignement de l'école développe,

mais auquel il ne supplée pas. L'élève qui suit la section classique poursuit un diplôme et une carrière savante; il sait que son succès dépendra de la culture générale de son esprit, et surtout de sa culture littéraire. L'élève qui suit la section professionnelle, n'aspire, en général, pas à un diplôme, il sait, à n'en pouvoir douter, que, dans le monde où il va entrer, on lui tiendra peu compte des qualités brillantes de l'esprit, et qu'on y veut des connaissances pratiques, du bon sens et du coup d'œil.

Si, dans le commerce, l'industrie et la finance, on est fort sensible à la beauté des arts, et moins à la beauté des lettres, c'est que jusqu'ici, sauf peut-être dans les Realschulen de 1e classe en Prusse et dans la section moderne de la Free Academy de New-York, il n'y a pas, pour les commerçants, les industriels et les financiers, un enseignement littéraire en harmonie avec leur existence. Toutes ces causes dépriment le niveau de l'enseignement dans les sections professionnelles. La mauvaise et l'incomplète organisation d'un système n'infirme pas la valeur du principe sur lequel il repose.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir exposé, dans cette courte analyse, tous les arguments que l'on peut invoquer en faveur de l'un ou de l'autre système. L'impartialité nous a fait un devoir de donner plus de relief au second, car il n'a pas la possession d'État, ni l'appui des imposantes autorités que possède le premier.

Nous croyons toutefois devoir ajouter à l'appui de celui-ci, qu'au point de vue pratique, les études classiques ont mis dans le cerveau de l'homme qui les a faites sérieusement, et qui les a poursuivies jusqu'à leur vrai couronnement, c'est-à-dire jusqu'à la classe de philosophie, le meilleur instrument intellectuel que l'on puisse posséder à vingt ans.

Il n'est pas de connaissances que le candidat en philosophie ne puisse rapidement acquérir. En huit jours, il est à

même de lire le grec moderne (1); en un mois, l'espagnol ; en six semaines, l'italien. Sachant le latin et l'espagnol, en deux fois douze heures, il lit couramment les journaux portugais. Et cette assimilation de langues modernes sera rendue plus facile encore, si, comme nous le proposons, on substitue à la prononciation Erasmienne du grec, formée l'on ne sait comment, celle du grec moderne ; à la prononciation toute aussi barbare du latin, la prononciation romaine de nos jours. Le latin, tel qu'on le parle dans l'Italie centrale, a probablement plus d'analogie avec le latin antique que le nôtre. Il est en tous cas plus élégant: « *Lingua toscana,* à bien plus forte raison, *lingua latina in boccâ romanâ.* »

L'élève sait, de plus, suffisamment d'anglais ou d'allemand pour lire facilement les auteurs de l'une ou de l'autre langue, s'il veut s'en donner la peine. Il a vaincu les premières difficultés des sciences naturelles et mathématiques, et il est à même de comprendre toutes les questions qu'elles soulèvent, et de les suivre dans leurs progrès, toujours s'il veut s'en donner la peine. Il ne sait rien des sciences sociales proprement dites, c'est vrai, mais rien n'empêche, si l'on satisfait au vœu que nous exprimons plus loin, de les mettre au programme, comme cela se fait aux États-Unis. Il ignore les choses usuelles des affaires, que tout homme à notre époque est tenu de savoir : la comptabilité, la tenue des livres.... Mais il se fait en ce moment aux États-Unis un essai qui semble devoir être appelé au plus grand et au plus légitime succès, car il a réussi dans plus de trente établissements, et le nombre en augmente tous les ans. En cinq mois de temps même, si l'instruction antérieure et l'intelligence de l'enfant s'y prêtent, on le rompt

(1) V. *A new practical and easy method of learning the Greek language,* by Aug. Vlachos.

aux affaires, mieux qu'on ne le faisait jadis en de longues et ennuyeuses années de routine; pour autant, bien entendu, qu'en cette matière, la science et les opérations simulées puissent tenir lieu de l'expérience.

Seulement, ceci suppose que l'élève ait fait des études humanitaires complètes jusques et y comprise la classe de philosophie, et qu'il les ait poursuivies jusqu'à l'âge de vingt ans. Il y a un temps nécessaire pour toutes choses, pour la formation de l'esprit comme pour la maturation des fruits. Il y a des fruits de serre chaude excellents, mais que valent-ils en comparaison des fruits mûris lentement à l'air libre et au soleil? Il y a des enfants prodiges, mais beaucoup sont devenus hommes nuls, non parce qu'ils ont été des enfants prodiges, mais parce qu'ils ont abusé de la précocité de leur intelligence. En Prusse, sur 1803 (1) jeunes gens qui passent leur examen de maturité, 1432 sont âgés de 19 ans et au delà, et 507 ont plus de 20 ans.

Il faut enfin que l'élève ait emporté de l'école le goût de l'étude et de la lecture. Ces trois conditions sont rarement remplies, surtout la dernière. Le monument des études classiques reste donc inachevé, pour une fraction notable de jeunes gens, non-seulement pour les élèves qui ont commencé les études latines, sans les achever, mais encore pour ceux qui les terminent; et l'on peut se demander si l'organisation des humanités modernes ne donnerait pas à beaucoup d'entre eux le goût des lettres et des sciences que l'enseignement actuel ne leur donne pas. La question de la rivalité des humanités modernes et des humanités classiques se réduirait donc à une question de variété dans les systèmes et dans les méthodes.

---

(1) Le chiffre habituel des admissions est de 1900. Nous ignorons pourquoi il a baissé en 1864, époque à laquelle se réfère la statistique que nous donnons.

A ce titre, nous n'hésitons pas à demander une place pour les humanités modernes, dans l'enseignement public. Le germe en existe dans nos sections professionnelles; il s'agirait d'y fortifier l'enseignement littéraire, ce qui est dans le vœu général, et d'augmenter la durée de l'enseignement, de façon à avoir, en Belgique, l'image fidèle des Realschulen de premier ordre de Prusse. Un diplôme de gradué serait établit pour les humanités modernes comme pour les humanités classiques. Mais comme il se pourrait fort bien que les élèves n'eussent pas plus de goût pour les unes que pour les autres, il se pourrait fort bien aussi que les humanités modernes ne réussissent pas, faute d'élèves. On ferait donc bien d'examiner le point de savoir s'il n'y aurait pas lieu de rendre l'un ou l'autre diplôme obligatoire, pour l'accès de certaines écoles spéciales et de certaines fonctions publiques. Il ne serait pas nécessaire de compléter immédiatement toutes les sections professionnelles, mais une ou deux seulement, à titre d'essai.

Que veut-on de plus, et que peut-on vouloir encore? Ceux qui combattent le maintien des lettres classiques dans l'enseignement, vivent un peu d'idées et d'arguments qui n'ont pas leur raison d'être en Belgique.

Il est des pays où les diplômes classiques sont exigés, en général, de tous ceux qui aspirent à exercer une fonction publique quelconque. En est-il ainsi chez nous? Toutes les professions sont libres, sauf quelques rares exceptions, non-seulement les professions agricoles, commerciales, maritimes, mais même celles d'ingénieur, d'architecte et de professeur. Si un individu s'avisait d'enseigner n'importe quoi, même le latin, sans l'avoir jamais appris, il en aurait parfaitement le droit. Bien plus, pour l'admission à la majeure partie des fonctions publiques centrales, provinciales ou communales, nul n'est tenu de prouver qu'il a fait des études

classiques. On est reçu à l'école spéciale du génie civil et des mines, à celle des arts et manufactures, ainsi qu'à l'école militaire, sans avoir étudié les langues mortes, et l'on peut arriver aux diplômes et aux grades auxquels conduisent ces écoles, sans savoir un mot de grec ou de latin. Les seules fonctions et carrières pour lesquelles l'étude des langues mortes soit exigée, sont la magistrature et certaines professions qui s'y rattachent, comme le barreau et le notariat. Il faut y ajouter la carrière médicale et les fonctions sacerdotales. L'État n'intervenant ni dans la nomination, ni dans l'installation des ministres des cultes, n'a pas à s'occuper des conditions de capacité que les aspirants ont à fournir pour l'exercice de leurs fonctions, et il appartient au clergé de décider, d'une manière souveraine, si le latin continuera à être enseigné dans les séminaires.

Veut-on que l'on puisse arriver aux diplômes médicaux et de droit, et, partant, à l'exercice des professions et des fonctions juridiques et médicales, sans qu'on ait fait d'études classiques? C'est une idée neuve et que nous n'avons trouvée exprimée nulle part. Les plus ardents promoteurs des humanités modernes ont toujours fait une réserve pour les unes et pour les autres. Ceci équivaudrait à la suppression à peu près complète du grec et du latin dans l'enseignement; et l'Église, conservatrice des antiques traditions, resterait seule, avec quelques amis des lettres, à faire usage de ces langues, qui, cette fois, seraient bien des langues mortes. En attendant que la question soit placée sur ce terrain, nous nous permettrons de croire que l'étude du grec et du latin constitue le meilleur système d'éducation de l'esprit, pour tout homme qui veut s'adonner sérieusement aux lettres et aux sciences, et qui cherche, dans l'enseignement, autre chose que le moyen d'arriver à une position lucrative par le « *dignus es intrare in nostro docto corpore.* »

HUMANITÉS GRECQUES ET HUMANITÉS LATINES.

La suprématie demeurant acquise aux lettres mortes, reste à savoir si la part qui leur est faite respectivement est bien la part qui leur revient. Le grec occupe dans l'enseignement belge 680 heures de classe, le latin 2,780 (1). En Prusse, la proportion est de 1,680 heures pour le grec, de 3,600 pour le latin (2). L'étude du grec a donc une importance relative beaucoup plus grande que chez nous. Toutefois en Prusse, comme ailleurs, quelque variété qu'il puisse y avoir dans les proportions, le latin a la prééminence. Cette supériorité est-elle légitime? Le grec ne devrait-il pas occuper le premier rang, et le latin une position secondaire? Beaucoup l'affirment et des plus autorisés.

« La connaissance des lettres grecques est le fondement » d'une instruction solide et véritablement éducative de » l'esprit et du cœur. Les Grecs sont les grands maîtres de » cet esprit philosophique, de cette méthode dialectique, de » cette exposition lucide et sobre, dont dépend, en grande » partie, la valeur de toute œuvre scientifique et littéraire. » Poser la question si, dans les écoles italiennes, il faut » vouloir l'enseignement du grec, revient à poser la question » si, en Italie, on doit conserver et faire progresser l'instruction » classique : qui résout dans un sens affirmatif cette seconde » question, et qui ne la résoudra dans ce sens? devra faire » place, bien plus, faire la première place, aux lettres grec- » ques, dans les écoles de notre pays (3). »

---

(1) Y compris environ 100 heures de classe en philosophie. Nous supposons l'année scolaire de 40 semaines.

(2) En Prusse, la classe de philosophie est dans les gymnases.

(3) Sulle condizione della pubblica istruzione del Regno d'Italia. Relazione generale.

« L'enseignement du grec se comprendrait beaucoup mieux » que celui du latin. Les Grecs, en effet, ont servi de » maîtres et de modèles aux Romains; tout le monde en » convient. Les Grecs étaient nés poëtes, tandis que les » Romains n'ont jamais su le devenir; le génie grec s'est » immortalisé dans tous les genres, tandis que dans la littéra- » ture latine, plusieurs genres importants ne sont représentés » par aucun ouvrage; enfin les Grecs avaient l'esprit non- » seulement poétique et original, mais philosophique et élevé, » tandis que les Romains, essentiellement utilitaires, toujours » occupés de leurs intérêts, étaient incapables de s'éprendre » pour une belle et grande conception, si elle ne devait rien » leur rapporter. Le grec remplacerait donc aujourd'hui le » latin dans les gymnases, si les cloîtres du moyen âge, de » qui nous tenons nos plans d'éducation, l'avaient connu (1). »

Nous avons fait connaître plus haut l'opinion de M. Gladstone sur le rôle qui revient au génie grec, dans l'éducation.

Au point de vue de la culture générale de l'esprit, un enseignement dans lequel le grec occuperait la place assignée aujourd'hui au latin, et le latin la place assignée au grec, serait donc un enseignement possible. Au point de vue des connaissances spéciales que doivent posséder de la langue latine le jurisconsulte et le médecin, il le serait tout autant. Le latin est une langue sœur et sœur cadette du grec, à l'école de laquelle elle a puisé ses meilleures qualités. Son étude serait rendue plus facile; elle serait plus rapide, et l'on peut affirmer que l'élève en saurait assez pour étudier avec fruit le droit et la médecine. Reste à examiner si l'enfant pourrait aborder de front l'étude du grec, sans passer par l'intermé-

(1) Baudouin. *Opinion de quelques philologues allemands.*

diaire du latin. Quoi qu'il en soit, toute la question vaut un sérieux examen.

Nous croyons qu'un chassé-croisé opéré dans les programmes de deux ou trois de nos athénées entre le grec et le latin, serait une mesure des plus favorables pour le mouvement littéraire du pays.

CONCENTRATION DES ÉTUDES CLASSIQUES.

Ce que nous disons du grec, pouvons-nous le dire des langues vivantes? L'élève qui aurait fait ses humanités modernes aurait-il, pour l'étude du latin, la même aptitude que celui qui aurait fait des humanités grecques?

C'était l'opinion d'Arago : « Le latin et le grec doivent être » cultivés à fond, cultivés avec de grands développements » dans les écoles supérieures... J'ajoute qu'il serait peut-être » bon que l'Université s'occupât d'enseigner le latin et le » grec par des moyens plus abrégés que ceux dont on fait » usage aujourd'hui : il faut huit ou neuf ans pour étudier le » latin comme on l'enseigne dans les colléges; je dis que » c'est beaucoup trop. »

C'est aussi l'opinion qu'on trouve, sous certaines réserves, exprimée dans les instructions données par le ministre de l'instruction publique en France, sur l'organisation de l'enseignement secondaire spécial. « Dans les établissements qui ont » une nombreuse population scolaire, il se trouve presque » toujours des élèves montrant des dispositions remarquables, » qu'il serait utile, soit pour eux-mêmes, soit dans l'intérêt » de la société, de faire rentrer dans le courant des hautes » études. Quelques soins particuliers permettront à ces » esprits, déjà mûrs et bien préparés par de sérieux tra- » vaux, d'apprendre en peu de temps ce que l'examen pour le

» diplôme du baccalauréat ès-sciences exige de latin. L'accès » des grandes écoles scientifiques sera ainsi ouvert à ceux » des élèves de l'enseignement spécial qui y seraient attirés » par une vocation réelle. L'entrée même des écoles, où le » diplôme de baccalauréat ès-lettres est demandé, facultés de » droit, facultés de lettres, ne sera pas fermée à l'élève intel- » ligent qui, ayant terminé vers seize ans les cours de l'ensei- » gnement spécial, voudrait donner *deux années* encore aux » études classiques. Une grande maison pourrait ainsi avoir, » pour les plus distingués de ses élèves, l'enseignement clas- » sique comme couronnement de l'enseignement spécial. »

C'est la conviction exprimée le 5 octobre 1866 par M. Duruy, ministre de l'instruction publique en France, dans le discours qu'il prononça à l'inauguration du lycée d'enseignement secondaire spécial de Mont-de-Marsan. « Si parmi les élèves de » l'enseignement spécial, il s'en trouve que le vœu des familles, » ou d'heureuses dispositions portent vers l'étude des langues » anciennes, des leçons particulières les prépareront d'avance » à suivre, après l'examen spécial, un cours de latinité qui, » *en un an ou deux*, les conduira certainement à l'un des » baccalauréats, peut-être à tous les deux, et, par conséquent, » aux grandes écoles du gouvernement, comme à toutes les » professions libérales. Pour ceux-là, *on finira, au lieu de* » *commencer, par les études classiques, et celles-ci pourront* » *aller d'autant plus vite, qu'elles trouveront des esprits pré-* » *parés par une culture savante et variée.* »

Cette question se trouve donc impliquée dans un troisième système, celui de la concentration des études classiques dans les classes supérieures de l'enseignement secondaire. Avec plus ou moins de variantes, il a pour promoteurs les fondateurs des écoles centrales, le législateur de l'an X, Georges Cuvier, François Arago, M. Baguet, ancien profes-

seur à l'Université de Louvain, la *Ligue de l'enseignement*. Il est pratiqué aux États-Unis. Divers projets, reposant sur cette base, calqués plus ou moins sur le système américain, ont été élaborés en Belgique, sans aboutir (1).

Ce système offrirait de grands avantages pratiques. En reculant l'époque où le père de famille doit faire son choix entre le système classique et le système moderne, il satisfait, dans une large mesure, les intérêts des familles nouvelles qui, à la différence des familles plus anciennes, sont plus longtemps incertaines sur la carrière vers laquelle ils dirigeront leurs enfants. — Ils permettront à l'élève engagé dans la section moderne, aujourd'hui sans espoir de retour, de revenir sur une première erreur, ou plutôt l'erreur ne serait plus possible. Il donnerait à l'élève qui, aujourd'hui, quitte vers 15 ans la section classique, sans l'ombre d'une connaissance pratique, un enseignement plus en harmonie avec ses besoins et ses facultés. Reste à voir, et c'est là le point important, quelle serait l'influence de ce système sur l'intelligence de cette partie de la population, qui donne à la société sa direction, qui la gouverne de fait ou de droit, qui fait l'histoire, et à l'instruction, à l'intelligence et à l'énergie de laquelle se mesure, en fin de compte, la civilisation d'un peuple.

Les langues classiques sont, depuis qu'on n'enseigne plus l'hébreu, les plus difficiles des langues : Grammaire, syntaxe, richesse incomparable des mots (2), variétés de style, sous quelque face qu'on les envisage, de quelque côté qu'on les aborde, elles exigent, de celui qui veut les posséder tout

---

(1) Projet du 30 août 1831, etc.

(2) Cicéron est, de tous les auteurs connus, celui qui s'est servi du plus grand nombre de mots. Un statisticien anglais en a découvert 20,000 différents dans ses œuvres. — Un paysan d'une commune éloignée des grands centres de population ne se sert pas de plus de 300 mots.

entières, une intelligence peu commune et une vigoureuse mémoire.

C'est la constatation de cette difficulté qui a été le point de départ de l'idée qu'il les faut étudier à l'âge où le cerveau, comme l'argile, accepte facilement l'empreinte, et se trouve être moins réfractaire à l'aridité des règles et des mots. Des mots! Oui. Des règles! Encore, lorsque l'enfant les apprend sans méthode, en vertu de cette grammaire naturelle qu'il porte en lui, et qui lui permet d'exprimer rapidement ses idées dans la langue que parlent les personnes au milieu desquelles il vit.

Mais il en est autrement des règles apprises par principes. Ce travail est des plus pénibles pour l'intelligence. Il est le tourment des premières années de la vie, et la grande difficulté de l'étude des langues mortes. Aucune langue vivante, ni le français, ni l'anglais, ni même l'allemand, n'en présente de pareilles. Serait-il bien téméraire de dire que, par cela même, leur étude fructueuse veut une intelligence plus formée, préparée à affronter leurs aspérités par l'acquisition d'une langue étrangère plus facile? Tous les esprits ne sont point faits pour aborder de front les obstacles, et l'on peut se demander si le nombre de ceux qui arriveraient au sommet du parnasse grec et latin, ne serait pas plus considérable si, au lieu de les conduire à la montagne par ses pentes abruptes, on les y faisait monter par ses ramifications et ses contre-forts.

Plus on sait de langues, plus on a de facilités à en apprendre, et le cardinal Mezzofanti, qui possédait soixante-dix langues, eut sans doute plus de peine à apprendre les dix premières que les soixante autres.

Plus l'intelligence a mûri, plus grande est son aptitude au travail, plus rapides sont les résultats obtenus. L'enfant qui ne commencerait l'étude des langues classiques qu'à l'âge de

quinze ans, alors qu'il posséderait déjà le français comme type des langues néo-latines, l'allemand comme type des langues germaniques, apprendrait le latin et le grec plus rapidement qu'il ne le fait aujourd'hui, et le temps consacré à l'étude des langues mortes devrait être moins considérable que celui qui se trouve aujourd'hui éparpillé sur les sept, huit ou neuf années du cours classique. Les professeurs n'ayant affaire qu'à des jeunes gens capables d'apprendre les langues mortes, désireux de les savoir et résolus à les savoir, marcheraient d'un pas plus allègre, arriveraient plus sûrement au but, et la réforme, bien loin d'affaiblir les études classiques, tendrait plus tard à les fortifier.

Un homme de 25 ans, arrivé à la pleine croissance intellectuelle et formé aux travaux de l'esprit, peut, sans difficulté, apprendre le latin en deux ans, s'il consacre à cette étude trois heures par jour, soit à raison de 40 semaines par an, année scolaire, 1,440 heures en tout, et l'on peut affirmer qu'il le saura aussi bien, mieux même, que ne le savent les élèves qui sortent actuellement de la classe de philosophie et qui y ont consacré (1) :

Heures de classe.	Heures d'étude.	Heures effectives.
2,780	3,475	6,255

L'étude du latin commencée à quinze ans et poursuivie pendant cinq ans, jusqu'à l'âge de vingt, à raison de 10 heures de classe par semaine, soit 400 par an,

Heures de classe.	Heures d'étude.	Heures effectives.
2,000	2,555	4,555

(1) Nous supposons 5 heures d'études pour 4 heures de classe. Dans les lycées français, la proportion est de 7 heures d'études pour 4 heures de classe. Le repos intellectuel est complet le dimanche et le jeudi. Nous fixons l'année scolaire à 40 semaines par an.

donnerait, croyons-nous, pour certains esprits, des résultats meilleurs que par le système actuel.

La véritable période de la formation de l'esprit est celle qui s'écoule de la quinzième à la vingt-cinquième année. Avant l'âge de 15 ans, l'enfant, qui s'assimile facilement les connaissances usuelles, n'est guère apte aux travaux sérieux de l'intelligence. C'est pour cela, dit-on, qu'il lui faut inculquer, en quelque sorte mécaniquement, les règles et les mots dont il se servira plus tard. Quelque grande que soit notre inexpérience en cette matière, nous ne saurions croire que ce système soit bon. L'enseignement manque à sa mission, s'il ne donne à l'élève le goût de l'étude. Si tous nos élèves avaient emporté ce goût de l'école, nous aurions en Belgique un mouvement littéraire et scientifique plus développé. Nous ne croyons pas que ce soit un moyen de faire naître chez l'enfant le désir du travail intellectuel que de ne le lui faire connaître, dès l'origine, que par le côté rebutant. Et, nous l'avouons, nous ne connaissons rien au monde de rebutant pour l'esprit comme l'étude de la grammaire, lorsque la grammaire sert à apprendre la langue, au lieu d'être l'exégèse scientifique d'une langue qu'on sait déjà plus ou moins. Nous sommes sur ce point de l'avis de Rabelais, de Molière et de François Arago (1).

Ce système a sur les deux autres, celui des humanités modernes et celui des humanités grecques, l'avantage d'un corps enseignant formé. L'État est ici complétement désintéressé, puisque le système peut parfaitement fonctionner sans qu'il ait

(1) Chacun envisage cette question au point de vue des lois du développement de son propre esprit. Fr. Arago a donc pu affirmer que l'étude des mathématiques était beaucoup plus facile que celle de la grammaire. Nous exprimons donc sur ce point notre opinion sous toutes réserves, et nous croyons qu'il faut tenir grand compte de l'opinion de ceux qui ont manié l'esprit des enfants, c'est-à-dire de ceux qui ont enseigné.

à modifier ses programmes d'examen (1). Rien n'empêche l'initiative privée de faire l'expérience de l'idée. Les élèves ne manqueront pas, car il en est beaucoup qui, n'ayant pas commencé le latin à 10 ans, désireront l'étudier plus tard.

L'établissement qui accepterait ce programme ferait bien, toutefois, en vue d'éviter les mécomptes et l'insuccès possible d'un premier essai, de reporter le programme au moins sur une période de cinq ans.

VARIÉTÉ DE L'INSTRUCTION ET VARIÉTÉ DE L'ENSEIGNEMENT.

Nous croyons donc qu'il y a lieu d'accueillir les trois systèmes; bien plus, nous désirons ardemment qu'il y ait en eux les éléments du succès. La littérature grecque est peu connue, parce qu'elle n'est guère étudiée. Les littératures modernes le sont moins encore, parce qu'elles n'occupent qu'une faible place dans l'enseignement.

C'est là une fâcheuse lacune dans la culture intellectuelle des divers peuples de l'Europe. La vie est une lutte et la vie de l'intelligence aussi. Elle s'alimente du choc des sentiments, des idées et des systèmes. Plus grande est la variété des cultes chez un peuple, plus grande aussi est sa foi religieuse. L'Angleterre et les États-Unis en sont de vivants exemples. C'est à sa vitalité politique et aux luttes qu'elle a engendrées, que la Belgique doit son réveil. C'est à la rivalité de ses systèmes philosophiques, religieux, historiques, scientifiques et littéraires que l'Allemagne doit la place qu'elle a su acquérir dans le domaine de la pensée. L'uniformité dans l'enseignement atteint l'enseignement dans son foyer et l'étouffe. Nous avons proclamé la liberté dans ce domaine, non-seulement

---

(1) Voir plus haut l'opinion de M. Duruy.

comme une conséquence d'une liberté plus haute et qui domine toutes les autres, la liberté de la pensée, mais encore dans l'espérance d'arriver par la liberté à la lutte des idées, des systèmes, et à la variété des méthodes.

Y avons-nous réussi? Non.

La liberté de l'enseignemeut s'est exercée uniquement au point de vue religieux et politique. Tous les établissements, officiels ou libres, enseignent la même chose et l'enseignent de même. L'État en est, dit-on, la cause. Il fixe les conditions nécessaires à l'exercice des fonctions et des professions savantes; il formule le programme des connaissances nécessaires à fournir pour l'obtention des diplômes, et modèle son enseignement sur ce programme. Ce qu'un établissement libre a de mieux à faire, c'est de se tailler sur le patron des établissements de l'État. S'il faisait autrement, il enseignerait dans le vide, car les jeunes gens qui n'aspirent à exercer aucune profession sont une minime fraction de la classe aisée et un atome dans la société.

Le reproche est fondé et nous-même, jadis, nous nous en sommes fait l'écho (1). Nous reconnaissons toutes les difficultés que comporte la question. L'exemple de l'Angleterre, qui, faute de conditions d'aptitude scientifique, imposées à l'exercice des fonctions juridiques, n'a pas d'enseignement du droit, et qui, faute de science, en est encore, au point de vue de son administration judiciaire civile, dans les ténèbres du moyen âge, n'est pas favorable à la liberté absolue des professions savantes. L'exemple des États-Unis, où le haut enseignement est faible et qui de ce chef manquent au rôle que l'intelligence, l'activité et les richesses de ses populations devraient leur assurer, dans le mouvement des lettres et des sciences, ne

(1) *Annales parlementaires*, 1860-1861.

l'est pas davantage. Le petit nombre de docteurs en sciences politiques et administratives, grade magnifique et facile à obtenir, mais grade facultatif, en comparaison du nombre des docteurs en droit, prouve qu'en Belgique, l'ardeur pour les hautes études est jusqu'ici des plus modérées (1). On ne peut donc songer, surtout dans les circonstances actuelles, où prévaut le culte des intérêts matériels et la soif des jouissances hâtives, à renoncer à des garanties de haute culture intellectuelle, sans lesquelles la haute culture intellectuelle pourrait à peu près complétement disparaître. Mais on peut lever la main de fer qui pèse sur les méthodes, briser l'uniformité, donner plus de liberté et de vie. A défaut d'initiative privée, l'État peut essayer de nouveaux systèmes. Ce serait difficile et coûteux.

Difficile !

Toute réforme dans l'administration est difficile, plus difficile dans l'enseignement qu'ailleurs. Nous parlons d'une réforme sérieuse, et non d'une réforme consistant uniquement dans la vague proclamation d'un principe légal, mais qui s'arrête au seuil de la loi, sans passer dans la réalité ; elle suppose, en effet, un personnel enseignant d'après les données du programme. C'est généralement l'élément qui fait défaut, et, pour le créer, de longues années sont indispensables. C'est la cause de la faiblesse de la partie moderne de l'enseignement, les langues vivantes, et à certains égards des sciences. Dans tous les pays, l'enseignement classique est mieux donné, parce que l'enseignement normal en remonte assez loin dans le passé. Il faut donc du temps, non pour faire une loi, un règlement, ouvrir une école, remplir une chaire, mais pour

---

(1) A peine 1/10.

organiser ce que l'on appelle un bon enseignement. Ce qui ne veut pas dire qu'il faille attendre indéfiniment :

« *Fit faber fabricando,* »

mais qu'il faut se résigner d'avance aux mécomptes et aux déceptions, et les imputer non à l'imperfection de l'idée, mais à l'imperfection de son application.

Coûteux !

Les dépenses faites pour l'enseignement sont les plus productives des dépenses. Le grain le plus fécond ne rend pas, dans de pareilles proportions, au moissonneur. Sans lettres, pas de sciences pures. La pensée scientifique n'a pu naître que le jour où il s'est trouvé une langue assez formée, assez nette, assez précise, pour lui donner sa formule. Rien ne décline rapidement comme la langue d'un peuple, lorsqu'elle cesse d'être cultivée. L'histoire de la fin du siècle dernier et des premières années de celui dans lequel nous vivons, en fournit une preuve irrécusable. Son maintien et son progrès sont la condition indispensable du maintien et du progrès des sciences pures. Sans celles-ci, pas de sciences appliquées. Partant, aucun progrès dans l'agriculture, l'industrie, le commerce et les transports. Une amélioration dans l'enseignement est un accroissement de la production matérielle.

DURÉE NORMALE DES HUMANITÉS.

DURÉE JOURNALIÈRE DU TRAVAIL INTELLECTUEL DANS LA JEUNESSE.

Restent les deux dernières questions, que nous avons plus ou moins indiquées dans les considérations que nous venons

d'émettre, et qui ne sont pas les moins importantes. Nous voulons parler de la durée normale des études humanitaires, du temps à consacrer, dans la journée de l'enfant, aux travaux intellectuels et aux exercices physiques.

Leur importance est telle, que seules, elles imposeraient la nécessité d'une réforme.

La lutte sur la part à faire, dans l'enseignement des humanités, aux sciences et aux langues vivantes, lutte qui remonte à la fin du siècle dernier, et dans laquelle on vit, d'une part, tout le corps professoral; de l'autre, deux des grands génies de notre temps, G. Cuvier et F. Arago, — cette lutte n'est pas finie.

Elle s'est assoupie sous l'empire d'une transaction qui n'a satisfait ni à l'intérêt des lettres, ni à l'intérêt des sciences, et ce, moins en Belgique peut-être qu'ailleurs. On a fait, dans l'enseignement des humanités, place à l'élément moderne. En conséquence, on a réduit le temps consacré à la littérature classique; on a surchargé les programmes; on a augmenté le nombre des heures d'études, et on a supprimé, dans la journée de l'enfant, le temps consacré à la récréation, à la lecture, à la famille, au mouvement, à la liberté, à la vie. En France, dans les lycées, la durée du travail intellectuel est de 11 heures par jour. On a, en un mot, déprimé le niveau des études classiques, sans créer le niveau des études modernes; et, chose plus grave, on a faussé chez l'enfant l'instrument indispensable à toute vie intellectuelle, la force physique.

« La plupart des grands hommes ont été des hommes » robustes; depuis Aristoclès, qui fut le divin Platon, et à qui » la largeur des épaules valut le sobriquet illustre qui est » devenu le nom même de la sagesse éloquente et du haut » spiritualisme, jusqu'à Socrate qui, sur le champ de bataille » de Délium, porta pendant plusieurs stades Xénophon sur

» ses épaules (1); » depuis Charles V, qui, le jour de son abdication, se glorifia surtout de la prodigieuse activité physique qu'il avait déployée pendant sa vie, jusqu'à César : « J'aurais » voulu voir cette blanche et pâle figure, fanée avant l'âge » par les débauches de Rome, cet homme délicat et épilep- » tique, marchant sous les pluies de la Gaule, à la tête » des légions, traversant nos fleuves à la nage; ou bien à » cheval entre les litières où ses secrétaires étaient portés, » dictant quatre, six lettres à la fois, remuant Rome au fond » de la Belgique (2)... »

Ce que les anciens, toujours concis dans l'expression de la pensée, disaient en cinq mots :

« *Mens sana in corpore sano.* »

C'est sur ce précepte de la sagesse antique qu'est fondée l'éducation de la seule aristocratie vraiment politique qu'il y ait encore en Europe. La durée journalière du travail intellectuel, dans les grandes écoles d'Éton, de Harrow, de Rugby, etc., n'est pas de plus de huit heures par jour. Elle s'abaisse parfois à six. Le reste du temps est consacré à des exercices physiques. La part qu'on leur fait dans l'éducation anglaise est peut-être excessive. Mais entre trop et trop peu, il y a un juste milieu qu'il importe d'observer.

Nous disons qu'on a abaissé le niveau des études classiques. En effet :

L'étude des langues comprend deux parties : l'une a pour objet les mots et les règles, c'est la partie aride et rebutante, d'autant plus rebutante que l'esprit est plus jeune. L'autre s'occupe de la pensée et du style. C'est la partie intellectuelle,

---

(1) V. de Laprade.

(2) Michelet. *Histoire romaine.*

et, partant, celle qu'il importe de prolonger, car sans elle l'autre n'est rien. Le temps à donner à la première est fixe tout au moins pour les enfants mineurs de 15 ans, jusqu'ici on n'a pu l'abréger (1). Si donc, on diminue le nombre d'heures consacrées à l'étude d'une langue, cette réduction porte sur la partie véritablement utile à la culture de l'esprit, à la formation des idées et du style, et équivaut à la suppression des classes de rhétorique et de poésie, c'est-à-dire à une décapitation.

Au point de vue littéraire, le diplôme belge de candidat en philosophie est au diplôme de maturité en Prusse, et au diplôme de bachelier ès-lettres en France, ce que le diplôme belge de docteur en droit est au diplôme du même nom en France, en Italie et en Espagne. En France, le diplôme de docteur en droit suppose : neuf années d'études classiques, quatre années de hautes études littéraires faites à la faculté des lettres (2), quatre années d'études de droit, sept examens et deux thèses passées avec succès. En Italie : huit années d'études classiques et cinq années d'études de droit. En Espagne: six années d'études classiques et sept années d'études de droit. Après l'examen de la sixième année on peut être reçu licencié, et après l'examen de la quatrième année, bachelier en droit. On connaît le Staats Examen de Prusse, et les conditions sévères de culture intellectuelle, générale et spéciale qui, dans ce pays, sont imposées à tous ceux qui aspirent à entrer dans l'administration publique.

Si nous établissions la comparaison entre les matières exigées aux examens, pour l'obtention des grades dans ces divers pays, les différences seraient plus marquées encore. Il n'y a

---

(1) MM. Ollendorf et Ahn n'ont pas jusqu'ici appliqué leur méthode au grec et au latin. Le pourraient-ils? Ce système rendrait-il l'étude du latin et du grec plus facile pour les commençants?

(2) En vertu du décret du 10 août 1852.

peut-être pas de pays sur le continent, où l'on soit autorisé à exercer les fonctions judiciaires avec un aussi faible bagage littéraire et juridique que chez nous.

La durée des études classiques, en y comprenant la classe de philosophie, est : en Prusse de 9 ans. En France de 9 ans. En Italie de 8 ans. En Espagne de 6 ans. En Belgique de 7 ans, plus un trimestre préparatoire.

En Prusse, dans les gymnases de premier ordre, les heures de classe données aux trois langues, latine, grecque et française, sont au nombre de 5,960 heures, soit pour le latin 3,600 heures, pour le grec 1,680 et pour le français 680, ensemble 5,960 heures.

En Belgique, les heures consacrées au grec, au latin et à l'allemand, qui est pour nous ce que le français est pour les Allemands, sont au nombre de 3,700 dans les provinces flamandes, et 3,860 dans les provinces wallonnes, soit pour le latin 2,780, le grec 680, l'allemand 240 heures dans les provinces flamandes et 400 dans les provinces wallonnes.

La différence moyenne des heures de classe est donc de 2,000. Si l'on considère qu'à chaque heure de classe correspond en moyenne une heure et demie d'étude, on arrive à une différence de 5,000 heures pour les trois langues.

Cette différence est énorme à cet âge, nous l'avons concédé tout à l'heure aux partisans des humanités modernes ; on nous permettra donc de nous en prévaloir ici.

Et l'on s'étonne que nous ne sachions ni le grec, ni le latin, ni l'allemand, et que nous ayons peu de goût pour les classiques (1)!

---

(1) Les élèves qui sortent de la section professionnelle savent-ils mieux l'allemand et l'anglais, sont-ils en état de lire Gœthe et Shakespeare? Ont-ils plus de goût pour les grandes œuvres de la littérature moderne? Les voit-on s'éprendre d'enthousiasme pour

On admire sans cesse la merveilleuse aptitude des Allemands à apprendre les langues, et la facilité avec laquelle ils ont sondé les côtés les plus obscurs des antiquités grecques et romaines. Il y aurait, dit-on, dans le génie germanique, une vertu linguistique qui fait qu'il s'assimilerait facilement les idiomes étrangers. Il y aurait avec le génie des populations primitives de la Grèce et de Rome une mystérieuse sympathie, qui fait que les générations éteintes communiqueraient, à travers les siècles, avec les savants allemands de nos jours, par des voies qui resteraient closes pour tous les autres peuples. Si les Allemands ont porté le flambeau de la science dans l'histoire de la Grèce et de Rome, c'est qu'ils ont autour d'eux un peuple qui les comprend, qui les soutient dans leurs travaux, qui les applaudit dans leurs succès. Et ce milieu existe, parce qu'il a été créé par l'enseignement.

L'esprit allemand est peut-être le moins linguistique qu'il y ait en Europe, et la preuve, c'est que le peuple allemand est de tous les peuples celui qui a eu le plus de peine à former sa langue. L'italien remonte au Dante, aussi limpide que de nos jours; l'espagnol date du Romancero, aussi net qu'au XIXe siècle. Le français doit sa précision à Montaigne, et l'anglais sa clarté à Shakespeare.

De Luther aux écrivains du XVIIIe siècle, la langue littéraire allemande ne fit guère de progrès, et les Allemands sont encore de nos jours ceux qui formulent le moins nettement leur pensée. Les Allemands n'ont donc pas une faculté spéciale que la nature nous aurait déniée. S'ils savent le latin et le grec, le français et l'anglais, c'est qu'ils se donnent la

---

Corneille, Racine, ou même Molière et Lafontaine? On attribue à l'imperfection d'un système ce qui est l'imperfection de l'âge et ce qui, du reste, justifie notre proposition de réforme.

peine de les apprendre et y consacrent le temps nécessaire. Faisons comme eux et nous ferons bien.

Pendant deux siècles, la censure a fermé nos frontières du Nord aux œuvres néerlandaises, et nos frontières du Midi aux œuvres françaises. Nous avons de grands efforts à faire pour mettre nos deux langues nationales au niveau où elles ont été portées chez nos voisins; c'est-à-dire qu'au lieu d'affaiblir nos études littéraires, nous devrions les fortifier; qu'au lieu de diminuer le temps que nous y consacrons, nous devrions l'augmenter. L'âge de l'éducation littéraire est fixé par la nature, et il n'est pas de méthode, quelque ingénieuse qu'elle soit, qui puisse le modifier. Qu'on fasse des humanités grecques ou des humanités latines, des humanités modernes ou des humanités classiques; que l'on concentre ou non l'enseignement des unes et des autres, cet âge est celui qui s'écoule de la 15e à la 20e année. C'est celui qu'ont accepté tous les peuples, depuis la France littéraire jusqu'à l'Allemagne scientifique; depuis la vieille Angleterre, jusqu'à la jeune république des États-Unis.

En Prusse et en France, tout aspirant aux fonctions judiciaires est tenu de faire ses études littéraires jusque vers l'âge de 25 ans. En Angleterre, les écoles secondaires, Eton, Harrow, Rugby, Wenchester, où l'on reste jusqu'à l'âge de 19 ans, ne sont qu'une préparation à de plus hautes études littéraires qui se font aux universités, Oxford, Cambridge. Enfin, aux États-Unis, dans ce pays par excellence de la liberté, on fixe un âge au-dessous duquel on n'est pas reçu dans certaines écoles et dans certaines classes. Dans la Free Academy de New-York, on explique César dès la première année, et le cours des études est de cinq ans. Les élèves ont donc fait antérieurement un cours classique élémentaire. L'âge moyen des jeunes gens de la première année est de 15

ans, d'où suit que l'âge moyen de ceux de cinquième est de 20 ans.

CONCLUSION.

Nous croyons donc que la première des mesures à prendre, c'est de prolonger la durée des études dans les deux sections de nos athénées. Une partie du temps gagné serait affectée aux exercices physiques et à l'enseignement des connaissances usuelles dans la section des humanités classiques, et le reste aux lettres et aux sciences. Nous préférons voir supprimer l'enseignement du grec plutôt que d'en voir réduire la durée. A une condition toutefois, c'est que l'on puisse, dans deux ou trois de nos athénées, organiser des humanités grecques. Il n'est pas nécessaire que dans une société, tout le monde sache le grec et lise Homère et Démosthènes, pas plus qu'il n'est nécessaire que tout le monde sache le latin et lise Cicéron et Virgile. Mais il est nécessaire que les lettres grecques et latines soient cultivées, et elles ne sauraient l'être, si elles ne sont enseignées d'une manière satisfaisante et complète.

ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT EN FRANCE.

N. B. *Toute la partie suivante du rapport sur les classes* 89 *et* 90 *du groupe X de l'Exposition, a été trouvée dans les papiers de l'auteur, qui se proposait de la revoir et de la compléter.*

L'enseignement est réglé par la loi, dont l'initiative appartient à l'Empereur, la préparation au Conseil d'État, le vote au Corps législatif et le contrôle constitutionnel au Sénat.

Ce serait commettre une grave erreur, que de rechercher uniquement la législation scolaire dans les lois, les décrets et les règlements relatifs à l'instruction publique. Le système politique qui prévaut en matières de cultes, de presse, d'association et de réunion, les conditions prescrites à l'accès de certaines fonctions publiques et de certaines professions, exercent sur l'enseignement une influence marquée. Nous ne pouvons faire l'examen du système français sur tous les points, sous peine d'étendre, outre mesure, les limites de ce travail. Qu'il nous suffise de dire d'une manière générale que ce système a peu d'analogie avec le système belge. L'un a pour principe le droit moderne et comme conséquence la liberté dans toutes ses manifestations possibles ; l'autre a pour base le droit de l'État et comme conséquence une réglementation méthodique et simple.

La haute direction de l'enseignement relève du ministre de l'instruction publique, qui portait jadis le titre de grand maître de l'Université de France. Sa surveillance s'exerce par vingt inspecteurs généraux. Deux conseils l'éclairent de leurs avis. Ce sont :

1° Le Conseil impérial de l'instruction publique, composé de sénateurs, de conseillers d'État, de conseillers de la Cour de cassation, de membres de l'Institut, d'archevêques ou d'évêques, de ministres des cultes non catholiques, d'inspecteurs généraux et de membres de l'enseignement libre.

2° Le Conseil supérieur de perfectionnement pour l'enseignement secondaire spécial. Il est composé de sénateurs, de députés, de membres de corps non enseignant, d'inspecteurs, d'industriels, de commerçants.

Pas plus en France qu'ailleurs, tous les établissements d'enseignement ne relèvent du ministre de l'instruction publique : les uns ressortissent au ministère de la guerre, les

autres au ministère de la marine, d'autres au ministère du commerce et de l'agriculture, d'autres enfin au ministère des beaux-arts.

Parmi ceux qui se trouvent sous la direction du chef de l'Université, les uns font partie de l'Université de France, dont nous ferons bientôt connaître l'organisation, les autres sont régis par des règles spéciales : tels sont le collége de France, l'école des langues orientales, l'école des chartes, le muséum d'histoire naturelle, le bureau des longitudes et l'Observatoire et les bibliothèques publiques ; de ces derniers les uns ont été créés depuis l'organisation de l'Université, sans avoir été soumis à ses règles ; les autres ont été réunis plus tard au ministère de l'instruction publique, sans qu'on ait cru devoir les faire entrer dans le cadre de l'organisation générale de l'instruction publique. Leur enseignement s'adresse moins à des élèves qu'à des hommes faits. Il ne prépare ni à des diplômes, ni à des carrières. Son but plus élevé est de maintenir le goût et les pratiques des hautes études, en vulgarisant et en discutant les idées et systèmes nouveaux. Comme nous l'avons vu plus haut, cette partie si importante de l'instruction publique, à l'organisation de laquelle la vieille monarchie française a travaillé pendant des siècles et que la République et l'Empire ont graduellement modifiée dans un sens plus favorable à l'initiative individuelle, sans que la monarchie constitutionnelle, la seconde République et le second Empire y aient apporté de changements notables, n'est pas, en Allemagne, confiée à des établissements spéciaux; elle se donne dans les universités mêmes, soit par les Privat-Docenten, soit par des professeurs, qui dans ce cas abandonnent à des tiers le soin de faire des cours réguliers.

L'Université de France, créée en principe par la loi du 10 mai 1806 et organisée par le décret du 17 mars 1808, est un

corps enseignant chargé de donner l'instruction à tous ses degrés, depuis l'enseignement primaire jusques, et y compris, l'enseignement supérieur.

Le mot Université a donc aujourd'hui, en France, une acception beaucoup plus large qu'en Belgique, en Hollande, en Allemagne, etc..., où les universités multiples, du reste, ne donnent plus que l'enseignement supérieur. On sait qu'il en était autrement sous l'ancien régime, et que les colléges attachés aux universités s'occupaient tout autant d'études classiques moyennes que d'enseignement supérieur. Les Universités d'Oxford, de Cambridge et celles des États-Unis nous offrent encore l'image de cette organisation d'autrefois.

L'Université de France comprend seize académies, entre lesquelles se trouve partagé le sol de l'Empire. Le siége des académies est en général le même que celui des cours d'appel, qui est aussi celui des anciennes universités ou des anciens parlements. Paris, Rennes, Caen, Douai, Nancy, Strasbourg, Besançon, Dijon, Clermont, Lyon, Aix, Grenoble, Montpellier, Toulouse, Bordeaux, Poitiers, sont des noms qui rattachent heureusement les souvenirs du passé aux progrès du présent et aux espérances de l'avenir.

Chaque Académie comprend :

A. Une ou plusieurs facultés ou écoles où l'on donne l'enseignement supérieur des lettres, des sciences, du droit, de la médecine et de la théologie ;

B. Des lycées et des colléges affectés à l'enseignement secondaire, classique ou spécial ;

C. Des écoles primaires ;

D. Des écoles normales, etc....

Si toutes ou presque toutes ces académies possèdent une faculté de droit, il n'en est guère que trois qui aient des facultés de médecine et des écoles supérieures de pharmacie.

Ce sont les académies de Paris, de Strasbourg et de Montpellier. Mais il y a, de plus, vingt-deux écoles préparatoires de médecine et de pharmacie.

Peu d'académies donnent l'enseignement supérieur des lettres et des sciences, en tant que ce dernier enseignement soit distinct de celui de la médecine et de la pharmacie. Les facultés des lettres et des sciences, fort nombreuses à l'origine en province, ont dû être supprimées, faute d'auditeurs.

Quant aux facultés de théologie, il faut distinguer entre les facultés de théologie catholique et les facultés de théologie protestante. Les premières n'ont pu s'organiser sauf à Paris, où quelques-uns des cours qu'elles comportent, jettent un vif éclat. Il en est autrement des facultés de théologie protestante. Strasbourg donne l'enseignement luthérien, Montauban l'enseignement calviniste.

L'Académie est administrée par un *Recteur* et un conseil qui porte le nom de *Conseil Académique*. Tous les services et tout le personnel de l'enseignement de la circonscription, en tant, bien entendu, qu'ils font partie de l'université, sont sous leur juridiction. Il est toutefois fait exception pour l'instruction primaire ; si la direction pédagogique de celle-ci est restée entre les mains du *Recteur* et du *Conseil Académique*, il n'en est pas de même de la direction administrative et politique, qui fut, par l'art. 8 de la loi du 14 juin 1854, remise entre les mains de chacun des préfets de département compris dans le rayon de l'Académie. Le préfet, dans ses fonctions scolaires, est assisté d'un conseil qui porte le nom de *Conseil de département* et qu'il faut ne pas confondre avec le *Conseil général*. Il y avait de plus, jadis, pour le service de l'instruction primaire, un comité dans chaque arrondissement et un comité local dans chaque commune. La loi de 1850 a supprimé les uns et les autres. Les attributions des uns sont

allées au préfet ; les attributions des autres, au maire et au curé de la commune. Enfin, la loi organique de l'enseignement spécial (21 juin 1865), en créant des conseils de perfectionnement auprès de chacun des établissements d'enseignement spécial, dépendant du ministère de l'instruction publique, a porté une nouvelle atteinte aux prérogatives générales du conseil d'Académie. Ces conseils de perfectionnement sont à de certains égards aux colléges spéciaux ce que nos bureaux administratifs sont aux athénées.

Chaque *Faculté* est administrée par un *Doyen* et par l'*Assemblée de la faculté*, qui est composée de tous les professeurs titulaires ; chaque *Lycée*, par un *Proviseur*, sous lequel agissent un *Censeur*, un économe, un aumônier. L'enseignement est donné par des professeurs et des maîtres répétiteurs. Les professeurs portent le nom de *Régents*. Près de chaque collége communal est établi un bureau d'administration désigné par le recteur et dont les fonctions embrassent l'administration, la discipline et la comptabilité de l'établissement. Le bureau dresse le budget du collége, le soumet au conseil municipal, qui l'arrête, après avoir comblé le déficit, s'il y a lieu. L'approbation définitive appartient au ministre de l'instruction publique.

Indépendamment des vingt inspecteurs généraux qui exercent la surveillance directe du pouvoir central, il y a dans chaque Académie un inspecteur par département, agissant sous l'autorité du *Recteur*. Sous la direction de ces inspecteurs d'Académie fonctionne dans chaque arrondissement un inspecteur de l'instruction primaire. Le conseil départemental nomme dans chaque canton un ou plusieurs délégués chargés de l'inspection des écoles primaires. La surveillance journalière de celles-ci est exercée dans chaque commune par le maire et par le ministre des cultes (curé, pasteur ou le délé-

gué du culte israélite, suivant le caractère confessionnel des écoles). L'inspection du ministre des cultes s'étend, comme celle du maire, sur l'ensemble de l'enseignement. L'école lui est toujours ouverte (art. 44, loi de 1850). Comme nous le verrons plus tard, la surveillance officielle s'exerce autant et plus peut-être sur l'enseignement libre, laïque ou religieux, que sur l'enseignement officiel.

COMPOSITION DES CONSEILS.

Le *Conseil impérial* de l'instruction publique, comme nous l'avons dit plus haut, est composé : de sénateurs, de conseillers d'État, de conseillers à la Cour de cassation, de membres de l'Institut, d'archevêques, d'évêques, de ministres des cultes non catholiques, d'inspecteurs généraux et de membres de l'enseignement libre. Ses attributions sont générales en ce sens qu'elles embrassent l'enseignement universitaire à tous les degrés et dans tous ses intérêts politiques, administratifs, pédagogiques et disciplinaires.

Le *Conseil supérieur de perfectionnement pour l'enseignement secondaire spécial* comprend des sénateurs, des membres du corps enseignant, officiel ou libre, des inspecteurs, des industriels, des commerçants. Les attributions de ce Conseil sont restreintes à l'enseignement professionnel organisé par la loi du 21 juin 1865.

Dans les *Conseils académiques*, c'est-à-dire dans les chambres des conseils attachés aux seize académies de l'Empire, siégent : le recteur, les inspecteurs d'académie, les doyens des facultés, sept membres choisis tous les trois ans par le ministre, un parmi les archevêques ou les évêques de la circonscription, deux parmi les membres du clergé catholique ou parmi les ministres des cultes non catholiques reconnus,

deux dans la magistrature, deux parmi les fonctionnaires publics ou autres personnes notables de la circonscription. Les attributions de ces conseils sont générales, sauf les prérogatives du préfet et du Conseil départemental en fait d'instruction primaire. Le *Conseil départemental* se compose du préfet, de l'inspecteur d'académie pour le département, d'un inspecteur de l'instruction primaire désigné par le ministre, de l'évêque ou de son délégué, d'un ecclésiastique désigné par l'évêque, d'un ministre de l'une des deux églises protestantes, d'un délégué du consistoire israélite, du procureur général ou du procureur impérial, d'un conseiller de cour impériale ou d'un juge de 1re instance, enfin de quatre membres du conseil général désignés par le ministre. Le Conseil départemental n'a juridiction qu'en matière d'instruction primaire.

Les délégués inspecteurs de chaque canton se rendent tous les trois mois au chef-lieu et forment une sorte de conseil cantonal d'instruction primaire.

Les *Conseils de perfectionnement,* institués près des établissements publics d'enseignement secondaire spécial, comprennent le recteur de l'académie, le maire de la commune, le proviseur du lycée ou le principal du collége, l'inspecteur d'académie, cinq à dix membres nommés pour trois ans par le ministre et particulièrement choisis parmi les fonctionnaires de l'ordre civil et militaire et les notables commerçants, industriels et agriculteurs.

LE PERSONNEL ENSEIGNANT.

Des écoles normales forment des aspirants au professorat. L'Empire compte soixante-seize écoles normales primaires pour instituteurs. Le cours des études est de trois ans; l'enseignement musical est obligatoire. Dans presque tous les établisse-

ments, on donne des notions théoriques et pratiques d'agriculture, de culture maraîchère, d'arboriculture.

Il y a dix écoles normales de filles, plus vingt-six établissements auxquels sont attachés des cours normaux destinés à former des institutrices. Sept des dix écoles normales, treize des vingt-six cours normaux, sont dirigés par des religieuses.

L'école normale supérieure forme les aspirants au professorat dans les facultés, dans les lycées et les colléges communaux. L'école normale supérieure est une des belles créations de la première République. Organisée par le décret du 9 brumaire an III, l'école s'ouvrit le 19 janvier 1795; jamais établissement d'enseignement ne commença ses cours avec un pareil éclat. Parmi les professeurs des lettres on remarquait: La Harpe, Volney et Bernardin de St-Pierre ; parmi les professeurs des sciences, Daubenton, Monge, Berthollet, Lagrange et Laplace.

Les aspirants doivent produire le diplôme de bachelier ès-lettres ou le diplôme de bachelier ès-sciences, selon la section d'études à laquelle ils se destinent, et subir un examen. L'école, suivant les places vacantes, est ouverte aux plus capables. En 1866, il se présenta trois cents concurrents pour vingt-quatre places. Depuis quelques années, les cours de troisième année sont devenus accessibles aux maîtres répétiteurs des lycées de Paris, pourvus des diplômes de licencié et qui désirent se préparer aux concours d'agrégation. L'école prépare au grade de licencié ès-lettres, de licencié ès-sciences, à la pratique des meilleurs procédés d'enseignement et de discipline scolaires. Les cours sont de trois ans ; les élèves, à leur sortie, sont chargés des cours dans les lycées et les colléges. Les meilleurs élèves font une quatrième et une cinquième année d'étude, soit dans l'intérieur de l'école, soit auprès des grands établissements d'instruction publique, soit à l'étranger. Les

études les préparent au doctorat ès-lettres ou ès-sciences et à l'enseignement supérieur ; le nombre des élèves de l'école varie : il était en 1863 de trente-quatre, dont dix-sept dans la section des lettres et dix-sept dans la section des sciences. Le nombre des élèves sortis de l'école dans l'espace de vingt ans est de six cent soixante. Les uns sont devenus de modestes, mais d'intelligents professeurs ; d'autres, comme M. V. Cousin et M. Duruy, se sont élevés à la direction suprême des intérêts de l'enseignement ; d'autres enfin se sont placés au rang des maîtres de la langue française ; nous citons les plus connus, V. Cousin, Michelet, J. Simon, Prévost-Paradol, Beulé.

L'école normale de Cluny, instituée par décret du 28 mars 1866, forme les professeurs de l'enseignement secondaire spécial. Les bâtiments de l'ancienne Abbaye de Cluny, près de Dijon, lui servent d'asile. « Il n'existe en France, peut-être même en Europe, aucun établissement d'instruction publique comparable à Cluny pour la grandeur de l'installation et la rare convenance du cadre. Un vaste bâtiment, formant cloître d'un côté, s'ouvre de l'autre par une large et belle façade sur des prairies en pente qui, sillonnées par une rivière, mènent aux forêts dont les montagnes bornant l'horizon sont couronnées. » (Rapport de la commission chargée de l'inspection de l'établissement. 1867). L'école est ouverte à tous, après un concours dont le but est d'avoir les meilleurs élèves et de maintenir, le plus haut possible, le niveau de l'enseignement. L'État et les départements y entretiennent des boursiers; la durée de l'enseignement est de quatre ans, plus une année préparatoire.

L'allemand est enseigné d'après la méthode Ahn ; le dessin, d'après celle de M. Hendrickx. Les élèves sont exercés, de plus, à des travaux manuels. C'est une idée neuve dont l'expérience seule fera connaître la valeur. L'enseignement se

termine par un examen de sortie à la suite duquel l'élève obtient un brevet de capacité qui lui donne, de même que le diplôme ordinaire de bachelier, la faculté d'ouvrir un établissement d'enseignement spécial. Il y a, de plus, une agrégation spéciale pour l'enseignement dont nous nous occupons. Le brevet de capacité est indispensable pour être admis aux épreuves. L'école de Cluny s'est ouverte au mois d'octobre 1866. Elle compte une centaine d'élèves. L'établissement est à son début. La première inspection, faite par MM. Dumas, Josseau, Demageot et Faye, a donné les meilleurs résultats.

L'AGRÉGATION.

L agrégation fut établie par lettres patentes du parlement de Paris du 10 août 1766. A la suite du concours ouvert entre les maîtres ès-arts, les lauréats étaient attachés ou agrégés aux universités. C'était à la fois un titre et une survivance. Suppléants des professeurs titulaires, ils leur succédaient de préférence aux autres candidats. Sous le régime de l'Université de France et après maintes vicissitudes, il y avait autant d'agrégations que de branches d'enseignement et ce titre d'agrégé se conquérait dans un concours public, où l'art de la parole exerçait une grande influence. C'étaient de grandes solennités scolaires, de belles luttes de l'intelligence, que le public et les étudiants suivaient avec avidité. Pour y prendre part, il fallait aussi fournir des preuves d'une instruction solide, mais il n'était pas nécessaire d'avoir enseigné. On reprocha à ce système de créer des spécialités et de développer les qualités brillantes de l'éloquence, aux dépens des qualités plus sérieuses du savoir. — En 1852, on supprima les agrégations spéciales et on les remplaça par deux agrégations générales, l'une pour les lettres, l'autre pour les sciences. Les concours furent

remplacés par des épreuves; pour y être admis, il fallait avoir fait deux classes au moins pendant cinq ans. « Ces disposi-
» tions, disait M. Fortoul, dans son rapport au Président de
» la République, auraient pour conséquence de faire de
» modestes professeurs et non pas des rhéteurs plus habiles à
» poser des problèmes insolubles et périlleux qu'à trans-
» mettre des connaissances pratiques. » N'apprendre qu'une partie de la science est chose mauvaise : ce fut l'inconvénient de l'ancien système; n'en approfondir aucune et se tenir dans le vague des généralités et des connaissances superficielles, est chose plus mauvaise encore : ce fut l'inconvénient du système nouveau. Aussi les agrégations spéciales ne tardèrent-elles pas à renaître; les dernières créées sont celles de l'enseignement spécial, l'une pour les lettres, l'autre pour les sciences. Mais les argumentations restèrent supprimées, au grand regret de la population du quartier latin.

PERSONNEL ENSEIGNANT, NOMINATIONS.

Instruction primaire. — Les conseillers municipaux choisissent sur une liste double, dressée par le Conseil académique et les supérieurs des communautés religieuses, des candidats, parmi lesquels le préfet nomme l'instituteur. Le préfet a le droit de le réprimander, de le suspendre, de le révoquer. Il peut aussi lui infliger une privation totale ou partielle de traitement pour un temps qui n'excède pas six mois.

Colléges communaux. — Le ministre nomme seul aux emplois de principal et de professeur.

Facultés. — L'empereur nomme aux chaires vacantes, sur deux listes de candidats dressées, l'une par la faculté où la vacance existe, et l'autre par le Conseil académique du ressort.

CHARGES DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE.

L'instruction primaire est un service communal dont les frais incombent à la commune. Le budget communal s'alimente des rétributions scolaires, de centimes spéciaux aux contributions, de dons, de legs, des subsides du département et de l'État. Tandis qu'en Saxe, le pouvoir central doit interposer son autorité pour empêcher les communes de se taxer outre mesure en faveur de l'instruction primaire, l'autorité centrale en France, depuis la loi de 1835, a dû imposer d'office vingt-quatre mille communes réfractaires. Le système de la gratuité de l'enseignement a eu et compte encore de nombreux partisans en France. En fait, l'instruction n'est jamais gratuite. Tout individu, quelque pauvre qu'il soit, paye toujours, en vertu de la loi de répercussion de l'impôt direct ou indirect, une part quelconque des charges publiques. L'expérience de l'Allemagne prouve qu'en cette matière, les taxes directes valent mieux que les autres. L'essentiel n'est pas de paraître ne rien demander au pauvre, l'essentiel est de lui demander peu et dans la mesure de ses moyens, ne fût-ce que quelques centimes par mois. L'homme apprécie davantage ce qui lui coûte quelque peine que ce qu'il obtient gratuitement.

COLLÉGES COMMUNAUX.

Les colléges communaux sont des établissements dont les communes font les frais, en ce sens qu'elles doivent fournir le matériel et les locaux, et garantir pendant une durée de cinq ans le traitement fixé des fonctionnaires du collége.

LYCÉES.

Les lycées sont des établissements de l'État dont les communes fournissent les locaux et le matériel.

FACULTÉS.

Elles sont, comme les lycées, des établissements de l'État. Leur budget s'alimente des droits d'inscription, d'examen et de diplôme. Ces ressources équilibrent, à peu de chose près, les dépenses. Toutefois, à Paris du moins, l'inscription n'est exigée que de celui qui veut passer des examens et qui aspire aux diplômes. En fait, l'enseignement est public; entre au cours qui veut. La production de la carte d'inscription n'est demandée qu'exceptionnellement, en temps de troubles scolaires.

LA LIBERTÉ DE L'ENSEIGNEMENT.

L'Université de France débuta par le monopole et fut lente à faire une part quelconque à la liberté. Le décret qui l'organisa (17 mars 1808) porte que l'enseignement public dans tout l'empire est confié exclusivement à l'Université et qu'aucune école, aucun établissement d'instruction, ne peut être formé en dehors de l'Université impériale, dont toute personne aspirant aux diplômes devait du reste suivre les cours. Autoritaire sous l'Empire, religieuse sous la Restauration, libérale sous la monarchie de Juillet, l'Université changeait de tendance avec le régime qui prévalait en France. L'appui du gouvernement et un puissant esprit de corps la maintenaient debout dans tous les naufrages qui ont marqué l'histoire de France depuis soixante ans. Elle a été une de ces puissantes assises que le génie de Napoléon Ier aspirait à jeter au milieu d'une société que la révolution avait réduite en poussière.

Toutefois, elle se relâcha quelque peu des rigueurs de son monopole, sous la Restauration, en faveur de certains membres des communautés religieuses, et elle n'imposa plus d'une façon aussi rigoureuse l'obligation de suivre les cours de ces éta-

blissements pour être admis aux épreuves des examens. La liberté et la concurrence, avec sa fécondité progressive, se sont fait jour peu à peu. Nous allons voir ce qu'elles sont, aux divers degrés de l'enseignement, et quels sont, au point de vue de la diffusion de l'instruction, les résultats atteints par l'enseignement de l'État et par l'enseignement libre.

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE.

La loi organique de l'enseignement primaire, du 28 juin 1833, loi dont l'initiative appartient à M. Guizot et dont il revendique la paternité comme le plus beau titre de gloire de sa carrière politique, reconnaît un enseignement public et privé. Mais l'enseignement privé reste sous la tutelle de l'État. Nul, en effet, ne peut exercer la profession d'instituteur primaire s'il ne possède un brevet de capacité délivré par l'autorité publique et, de plus, un certificat constatant qu'il est digne, par sa moralité, de se livrer à l'enseignement. La loi du 15 mars 1850 fixe à 21 ans l'âge requis pour pouvoir exercer les fonctions d'instituteur primaire, et déclare que la capacité ressort, à défaut de brevet : pour les hommes, d'un stage de trois ans dans une école primaire, du caractère de ministre des cultes, du diplôme de bachelier, de l'admission aux écoles spéciales du Gouvernement (École St-Cyr, École polytechnique, École forestière); pour les femmes, de lettres d'obédience, si toutefois elles appartiennent à des congrégations religieuses vouées à l'enseignement et reconnues par l'État. Il importe de ne pas perdre de vue que si la France jouit de la liberté des cultes, ces mots y sont compris dans une acception un peu différente de celle sous laquelle ils sont reçus en Belgique. L'Église catholique y vit sous le régime connu sous le nom de liberté de l'Église gallicane, quoique,

depuis longtemps, l'esprit de l'Église gallicane se soit à peu près complétement évanoui. L'État participe à la nomination des ministres du culte ; il exerce sur eux le droit de censure connu sous le nom d'appel comme d'abus; il peut s'opposer à la publication de tel bref, de telle bulle du Pape qu'il juge convenable ; enfin son approbation est nécessaire pour qu'une association puisse s'établir. Nous parlons du droit d'association et non du droit de corporation que tous les États ont toujours considéré comme un privilége qui ne peut émaner que de leur autorité souveraine. « La liberté de l'enseignement » n'implique pas la liberté des associations enseignantes. » (J. Simon, l'*École*, p. 330.) Telle est sur ce point l'opinion d'un des principaux organes de l'opinion radicale. Les recteurs d'académie ont, de plus, la faculté de s'opposer à l'ouverture des établissements privés, dans l'intérêt des mœurs publiques et de la santé des élèves (circ. 27 août 1859). Les instituteurs primaires restent soumis à la surveillance de l'État, surveillance qui ne porte point sur les méthodes et n'implique aucun droit de juridiction administrative. (J. Simon, l'*École*, p. 320.)

L'enseignement primaire officiel est un service communal, en ce sens que toute commune doit au moins entretenir une école.

La surveillance de l'école était, d'après la loi de 1833, confiée à un comité local composé du maire, du curé et de trois notables. Au-dessus de ce comité local se trouvait le comité d'arrondissement, qui nommait l'instituteur sur la présentation du conseil communal, et sous la réserve de l'approbation à donner par le ministre de l'instruction publique.

La loi du 11 juin 1850 a supprimé les comités. Le conseil communal nomme directement l'instituteur communal, et les attributions du comité local furent dévolues au maire et au curé. Les pouvoirs du conseil académique de département furent augmentés et l'inspection étendue et fortifiée.

COURS PUBLICS ET CONFÉRENCES.

Les cours publics et les conférences, plus ou moins tolérés, plus ou moins encouragés dans le passé, ont reçu une vive impulsion par la circulaire de M. Duruy, en date du 1er octobre 1864. Le chiffre s'en est élevé, dans l'année 1865-1866, à 1,003 dont 304 à Paris, et 699 en province. Ce dernier chiffre, mis en regard des nombreuses publications qui depuis quelques années ont vu le jour dans les départements, prouve qu'il faudrait peu de chose pour réveiller en province un mouvement littéraire et scientifique que l'excès de la centralisation intellectuelle y avait à peu près complétement anéanti. Ces cours donnés sous les auspices de l'Université, des Sociétés savantes, des conseils communaux, ont eu pour objet les sciences pures, les sciences appliquées, la littérature, l'histoire, l'économie politique, le droit, l'archéologie, les beaux-arts, l'hygiène, l'agriculture, la géographie, la philosophie. L'autorisation du gouvernement est nécessaire, elle est généralement accordée. Parmi les personnes auxquelles elle a été refusée, on voit figurer un homme à qui son beau talent et ses travaux sur les classes populaires ont assuré une sympathie générale, M. J. Simon. Les personnes qui ont donné les cours se sont strictement renfermées dans leur sujet, sans se laisser aller à aucun écart sur le terrain de la politique. Dans l'intérêt même du succès d'une épreuve qui peut donner les meilleurs fruits, il faut leur savoir gré de cette réserve et de ce tact.

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE DES FILLES.

Toute commune de cinq cents âmes et au-dessus est tenue d'avoir au moins une école publique de filles. C'est le Conseil

départemental qui, sur l'avis du conseil municipal, détermine le nombre d'écoles de filles et de garçons à établir dans chaque commune. On s'attache à créer non-seulement des écoles au chef-lieu de la commune, mais encore dans les hameaux. Celles-ci sont dirigées par des adjoints — instituteurs ou institutrices.

CAISSES D'ÉCOLE.

La loi du 10 avril 1867 sur l'instruction primaire décide « qu'une délibération du conseil municipal, approuvée par le » préfet, peut créer dans toute commune une caisse des écoles » destinée à encourager et à faciliter la fréquentation de l'école, » par des récompenses aux élèves assidus et par des secours » aux élèves indigents. Le revenu de la caisse se compose de » cotisations volontaires et de subventions de la commune, » du département ou de l'État. Elle peut recevoir, avec » l'autorisation du préfet, des dons et des legs. Plusieurs com- » munes peuvent être autorisées à se réunir pour la formation » et l'entretien de cette caisse, dont le service se fait gratui- » tement par le percepteur. » *Art.* 15.

La caisse des écoles constitue une personne civile, capable de posséder et crée une communauté scolaire à côté de la commune politique et administrative. L'idée a été empruntée à l'Allemagne. Des expériences isolées, faites avant la loi, avaient donné d'heureux résultats. Les communes semblent disposées à profiter largement du bénéfice de la législation nouvelle.

STATISTIQUE.

En 1829, époque à laquelle remonte la plus ancienne statistique connue en France sur l'instruction primaire, dans un tiers des communes, les parents manquaient de tous moyens d'instruction pour leurs enfants, et dans beaucoup de

communes ayant des instituteurs, les locaux n'étaient rien moins que des écoles primaires. C'était le cabaret, une grange, un grenier, une cave, la salle où l'instituteur faisait sa cuisine, et couchait avec sa femme et ses enfants. Il y avait 30,796 écoles publiques et privées, et dans ces écoles 681,005 élèves l'été et 1,372,206 élèves l'hiver. Le nombre des miliciens illettrés est de 52 %.

En 1865, le nombre des écoles s'est élevé à 70,000, et 3,273,631 enfants ont paru aux écoles primaires. Le nombre des enfants de 7 à 13 ans était de 3,966,851 ; il s'ensuit qu'il y a eu 639,220 manquants. De ceux-ci, 150,000 ont reçu l'instruction ailleurs, et 439,909 ont été complétement privés d'instruction pendant cette année 1865. 34 % ont quitté l'école avec une instruction insuffisante, c'est-à-dire les uns sachant lire et écrire, sans savoir compter ; les autres sachant ou lire ou écrire. Plus de la moitié des enfants ne fréquentent l'école qu'une partie de l'année. Un tiers environ n'y reste que d'un à six mois. Le nombre des miliciens illettrés est tombé à 25 %.

Les dépenses ordinaires de l'instruction primaire se sont élevées à 58,000,000 frs. ; les dépenses extraordinaires, à 13,000,000 frs. environ.

Le point le plus intéressant de la statistique française, c'est la diversité qu'elle accuse entre les diverses parties de l'Empire, au point de vue de la diffusion de l'instruction.

Dans l'Est, c'est-à-dire dans les départements composant les anciennes provinces d'Alsace, de la Lorraine, de la Franche-Comté et les hauts plateaux de la Champagne, l'instruction est presque aussi répandue qu'en Allemagne. Le nombre des miliciens illettrés y est inférieur à 4 % dans le Doubs, la Haute-Marne et la Meuse ; à 5 % dans le Bas-Rhin ; à 6 % dans la Meurthe et le Jura ; à 7 % dans les Vosges, l'Aube, la Moselle et le Haut-Rhin.

Le nombre des conjoints incapables de signer leur acte de mariage y varie de 1 à 7 %. La moyenne offerte par les hommes est un peu plus favorable, celle des femmes un peu moins. C'est aussi dans ces départements que la fréquentation scolaire est la plus active :

52,036	sur	298,972	habit^{s}.	dans	le Doubs ;	y compris la popul^{n}.	des salles	d'asile :	55,559
45,266	»	259,096	»	»	la H^{te}-Marne	»	»	»	47,085
46,526	»	304,653	»	»	la Meuse	»	»	»	54,440
92,610	»	588,970	»	»	le Bas-Rhin	»	»	»	115,918
63,425	»	428,387	»	»	la Meurthe	»	»	»	73,479

Dans le premier de ces départements, le nombre des élèves fréquentant l'école primaire est d'environ 20 % de la population. Ce résultat est atteint sans contrainte. Nous connaissons ces populations. Elles ne possèdent pas le goût de l'étude à l'excès ; elles savent ce que dans une société civilisée les gens du peuple doivent savoir.

Si la fréquentation scolaire était aussi complète en Belgique que dans le Doubs, nous devrions avoir un million d'élèves dans les écoles. Nous en avons cinq cent et quelques milles au plus.

Au fur et à mesure qu'on pénètre dans l'intérieur de la France et qu'on s'avance vers l'Ouest, l'ignorance augmente ; elle atteint son point culminant dans le Berry, le Bourbonnais, une partie de l'Auvergne et surtout dans la Bretagne et la Vendée.

Le nombre de conjoints qui n'ont pu signer leur acte de mariage en 1865 y varie de 50 à 74 % ; celui des hommes de 39 à 67, celui des femmes de 64 à 81 %.

Dans l'Ariége et la Haute-Vienne, il y a 81 femmes sur 100 incapables de signer l'acte de leur mariage. Le Finistère a eu, en 1865, 44,468 enfants aux écoles, pour 662,585 âmes, soit environ 7 ½ %. La Haute-Vienne, 21,899 enfants, pour 826,037 âmes, soit 2 ½ % de la population.

Ces diversités se présentant dans le pays le plus centralisé de l'Europe, chez un peuple où règne le suffrage universel, nous comprenons que l'instruction obligatoire y compte une foule de partisans dans les hautes régions du pouvoir. Cette mesure, qui peut présenter ailleurs des difficultés pratiques, par suite de la liberté d'enseignement et des mœurs d'un peuple fort rétif à la réglementation, serait d'une application facile en France. Si l'on craint d'inscrire le principe à l'état permanent dans la loi, que ne l'applique-t-on partiellement et temporairement comme on applique la loi martiale ou l'état de siége? Quand, dans un pays, il y a des populations tellement arriérées que sur cent femmes on en trouve quatre-vingt-une incapables de signer, ce qui permet de supposer qu'il n'y a pas dix femmes sur cent sachant lire, écrire et compter; quand ces mêmes populations, au lieu d'envoyer 160,000 enfants aux écoles, comme leurs compatriotes du Doubs, n'en ont que 21,899, la sanction légale de l'obligation morale, méconnue par le père de famille, ne s'offre pas à l'État comme un droit, elle s'impose comme un devoir.

Le nombre des écoles privées a plutôt diminué qu'augmenté depuis vingt ans. La diminution est considérable pour les écoles laïques. Les écoles dirigées par des communautés religieuses ont notablement augmenté. Le nombre des filles fréquentant les écoles privées est beaucoup plus élevé que celui des garçons. Il est :

de 285,909 filles contre 137,721 garçons dans les écoles privées laïques,
» 443,775 » » 91,973 » dans les écoles privées, dirigées par des communautés religieuses.

La loi permet, de plus, aux communes de confier, sous

certaines conditions, la direction des écoles communales à des communautés religieuses; la cinquième partie des écoles communales se trouve sous ce régime : 11,391 sur 53,350. Sur ces 11,391 écoles communales, dirigées par des communautés religieuses, il y a 8,322 écoles de filles, 1,099 écoles mixtes.

Il résulte de ces chiffres que, sur 69,699 écoles, tant communales que privées, le clergé dirige 6,502 écoles privées et 11,391 écoles communales, ensemble 17,893, soit environ le quart, et que dans ce nombre se trouvent 14,178 écoles de filles.

L'enseignement religieux se donne dans l'école, enseignement catholique dans les écoles catholiques, protestant dans les écoles protestantes. Le ministre des cultes a le droit d'inspection de l'école ; le maintien de cette proposition n'a jamais été sérieusement menacé en France, même en 1848 ; le projet de loi déposé par M. Carnot, sans séculariser l'école et tout en reconnaissant, dans l'exposé des motifs, l'importance de l'enseignement religieux, déclarait que les matières obligatoires de l'enseignement ne comprendraient plus l'instruction religieuse. Mais la commission chargée de l'examen du projet ne donna pas son adhésion à cette proposition.

COURS D'ADULTES.

Les cours d'adultes ont pour but de donner l'instruction primaire à ceux qui ne l'ont pas reçue dans leur enfance, de la compléter chez ceux qui l'ont reçue d'une manière imparfaite. De toutes les mesures prises dans ces derniers temps en France, en faveur de l'instruction populaire, l'organisation des cours d'adultes est celle qui a obtenu le plus grand et le plus rapide succès.

En moins de trois ans, le nombre des élèves atteint le chiffre

de 187,615 à 830,000. Cette réussite complète est due à l'énergie intelligente du ministre actuel de l'instruction publique (M. Duruy), et au dévouement des modestes fonctionnaires auxquels incombe l'enseignement du peuple. Le Jury leur a décerné, dans la personne de leur chef hiérarchique, une médaille d'or.

BIBLIOTHÈQUES POPULAIRES.

Ces bibliothèques sont d'organisation récente; elles prennent un rapide essor.

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE.

L'enseignement secondaire comprend : l'enseignement secondaire spécial et l'enseignement secondaire classique.

L'enseignement secondaire spécial est destiné à cette classe si nombreuse de la population qui désire une instruction supérieure à celle de l'école primaire, sans vouloir ou pouvoir aborder les hautes études.

L'enseignement classique prépare aux études supérieures qui ouvrent l'accès des professions savantes. Son but tant discuté à l'origine « est de créer la force qui met en mouvement toutes les autres, la force de l'esprit, » il forme les classes qui, directement ou indirectement, gouvernent la société, car seules ou à peu près, elles exercent la parole et la plume, et seules aussi, elles forment l'opinion publique. Ce sont les avocats, les notaires, les médecins, les professeurs, les artistes, les savants, les journalistes et les ministres des cultes.

Enseignement secondaire spécial. — Son but est de former des industriels, des commerçants et des agriculteurs. Son programme général est analogue à celui des sections profession-

nelles de nos athénées. La durée de l'enseignement est de quatre ans, plus une année préparatoire. Il prend l'enfant au sortir de l'école primaire, vers l'âge de onze à douze ans. Chose digne de la plus sérieuse attention : Dans la répartition des matières, on se préoccupe tout autant de celui qui quittera l'école au bout d'un, de deux, de trois ans, que de celui qui achèvera le cours entier des études. « L'enseignement spécial a été institué en faveur des enfants qui ne peuvent disposer d'un aussi gros capital de temps et d'argent que les élèves qui font les études classiques. Beaucoup n'iront pas jusqu'à la fin des cours ; quelques-uns même n'y resteront qu'une année ou deux. Il a donc fallu distribuer les matières de cet enseignement de telle sorte que chaque année d'étude formât un tout complet en soi, et que les plus indispensables fussent placées dans les premiers cours, afin que, si les exigences de la vie forçaient un élève à quitter prématurément le collége spécial, il fût assuré d'en emporter, à quelque temps qu'il en sortît, des connaissances immédiatement utiles. Les études des diverses années consacrées à cet enseignement formeront ainsi comme un ensemble de cercles concentriques. »

Ce système peut obliger les élèves qui poursuivent, à répéter. Mais apprendre, n'est-ce pas répéter, et l'intensité du savoir ne se mesure-t-elle pas à la fréquence de la répétition? Mieux vaut savoir peu de choses choisies et les savoir bien, que d'en apprendre beaucoup et se les assimiler d'une manière imparfaite.

La durée des leçons est de trente heures par semaine, et la durée commune des classes est réduite à une heure, afin de ménager les forces des professeurs et de ne point épuiser l'attention des élèves.

Dans l'année préparatoire :

12 heures sont consacrées aux lettres :

Langue française ; dictées et lecture . . .	6	heures.
Langues vivantes	4	»
Histoire de France, simples récits . . .	1	»
Géographie de la France.	1	»

6 heures sont consacrées aux sciences :

Arithmétique pratique et géométrie plane.	4	»
Histoire naturelle.	2	»

12 heures sont consacrées aux exercices :

Calligraphie	4	»
Dessin	4	»
Chant	2	»
Gymnastique	2	»

Dans la première année, les sciences gagnent et les exercices perdent quatre heures.

Lettres, 12 heures :

Langue française	5	heures.
Langues vivantes	4	»
Histoire : grandes époques de l'histoire ancienne, grecque, romaine et du moyen âge	2	»
Géographie ; les cinq parties du monde, étude détaillée de l'Europe	1	»

Sciences, 10 heures :

Arithmétique et géométrie plane . . .	5	»
Physique et chimie, notions préliminaires.	2	»
Histoire naturelle, zoologie (vertébrés, mammifères), botanique	2	»
Comptabilité, notions préliminaires. . .	1	»

Exercices, 8 heures :

Calligraphie	2 heures.
Dessin	4 »
Chant . . . . , ...	1 »
Gymnastique	1 »

Voilà ce que saura un enfant de treize ans.

DEUXIÈME ANNÉE. 52 heures par semaine.

La répartition reste la même entre les lettres, les sciences et les exercices.

Lettres.

La langue française (premiers principes de style et de composition) perd une heure.

L'histoire générale jusque 1789 et la géographie agricole, industrielle, commerciale et administrative gagnent une heure, soit quatre heures.

Les langues vivantes conservent leurs quatre heures.

Sciences:

Arithmétique commerciale et géométrie de l'espace	5 heures.
Physique; propriétés générales, pesanteur, calorique, électricité	2 »
Histoire naturelle : zoologie, oiseaux, reptiles, poissons, animaux invertébrés, botanique, géologie	2 »
Chimie : métalloïdes, métaux	2 »
Comptabilité : exercices préparatoires à la tenue des livres.	1 »

Exercices, 8 heures.

Le dessin gagne une heure sur la calligraphie, dont l'enseignement est réduit à une heure. On donne toujours une heure de gymnastique et une heure de chant par semaine.

Tel est l'enseignement qu'emportera de l'école l'enfant qui désire la quitter à l'âge de quatorze ans.

TROISIÈME ANNÉE.

A partir de la troisième année d'études spéciales, l'enseignement s'élève. Comme en Allemagne et en Suisse, comme en Belgique, peu d'élèves aborderont les deux premières classes.

Le nombre des heures est de 34 par semaine.

Les lettres prennent 12 heures.

Morale	1	heure.
Cours de compositions littéraires	2	»
Histoire de la littérature française	1	»
Langues vivantes	4	»
Histoire de France et histoire générale depuis 1789	3	»
Géographie commerciale : la France considérée dans ses rapports avec l'étranger. . . .	3	»
Législation civile	1	»

Sciences, 14 heures.

Algèbre (principes d'),
Géométrie descriptive,
Mécanique (principes de),

Physique : calorique, acoustique, lumière,
Chimie : les métaux, notions de chimie organique.

Nous signalons dans ce programme, indépendamment de l'heureuse distribution de ses matières, l'histoire contemporaine faisant partie de l'enseignement. Il est, en effet, peu rationnel qu'un enfant sache l'histoire du moyen âge et en soit réduit pendant de longues années à ne connaître les faits des quatre-vingts dernières années que sous le jour plus ou moins vrai, plus ou moins faux, sous lequel les lui présentent les partis. Sans doute l'enseignement de l'histoire contemporaine a ses difficultés et ses inconvénients. Il prête à la propagande, et la tentation d'en abuser doit être grande. Nous pensons néanmoins qu'il n'est pas plus difficile d'exposer avec impartialité les faits de l'histoire contemporaine que les faits de l'histoire du XVIe siècle.

Si le programme de l'enseignement secondaire spécial est digne d'attention, les méthodes ne le sont pas moins. « Depuis le cours préparatoire jusqu'à la dernière année de l'enseignement spécial, il faudra diriger constamment l'attention des élèves sur les réalités de la vie; les habituer à ne jamais regarder sans voir ; les obliger à se rendre compte des phénomènes qui s'accomplissent dans le milieu où ils sont placés, et leur faire goûter si bien le plaisir de comprendre, que ce plaisir devienne un besoin pour eux ; en un mot, développer dans l'enfant l'esprit d'observation et le jugement, qui feront l'homme à la fois prudent et résolu dans toutes ses entreprises, sachant gouverner ses affaires et lui-même. » C'est-à-dire que le but auquel on tend est précisément l'inverse de celui qu'on atteignait par l'enseignement incomplet des lycées.

Pour l'enseignement des langues vivantes, on recommande « la méthode *maternelle* que l'Allemagne et la Suisse prati-

quent avec tant de succès, et que nous commençons à suivre dans nos lycées : peu ou pas de grammaire, si ce n'est pour les paradigmes.... L'étude abstraite de la grammaire n'est pas faite pour les enfants. »

« Nous ne devons pas craindre d'avouer que l'étude des langues vivantes n'a jusqu'à présent produit que des résultats insuffisants. Nos élèves, à bien peu d'exceptions près, ne savent ni parler, ni écrire l'allemand ou l'anglais ; les plus habiles font un thème ou une version, ils ne sauraient faire une lettre, encore moins suivre une conversation. » (Circulaire Duruy, 29 septembre 1863.)

Un diplôme de fin d'études couronne l'enseignement. « Pour certaines administrations publiques ou particulières, pour les chefs d'usines, de grandes fermes ou de maisons de commerce, ce brevet offrira plus de garantie d'aptitude immédiate que le diplôme de bachelier. » Les diplômes, sans distinction entre les élèves des établissements officiels ou libres, sont délivrés par un jury dont les membres sont nommés par le ministre de l'instruction publique.

L'enseignement se donne dans les lycées et les colléges communaux. Tantôt il forme dans ces établissements une section parallèle à celle des études classiques; tantôt, mais rarement, il est enseigné à l'exclusion des humanités. Dans les communes qui en font la demande, les colléges communaux peuvent être organisés, en vue de cet enseignement, après avis du conseil académique. Il est constitué un conseil de perfectionnement près de chacun des établissements dépendant du ministère de l'instruction publique où est donné l'enseignement secondaire spécial ; nous en avons fait connaître la composition plus haut. Les cours des lycées et des petits colléges de l'Empire sont suivis par 32,630 élèves, dont 5,002 fréquentent les cours de l'enseignement spécial.

Les colléges communaux, sur une population de 33,038 élèves, en ont 11,880 qui suivent l'enseignement spécial.

ENSEIGNEMENT CLASSIQUE DES LYCÉES.

L'enseignement classique des lycées est réparti en trois divisions:

1° La division élémentaire, comprenant trois classes:

la classe préparatoire,
la huitième,
la septième;

2° La division de grammaire, comprenant:

la sixième
la cinquième,
la quatrième;

3° La division supérieure, comprenant :

la troisième,
la seconde, — cours préparatoire de mathématiques élémentaires,
la rhétorique, — classe de mathématiques élémentaires,
la philosophie, — classe de mathématiques spéciales.

A partir de la troisième, les élèves peuvent entrer dans le cours préparatoire de mathématiques élémentaires. S'ils ont fait leur rhétorique ou leur philosophie, ils peuvent entrer directement dans les classes de mathématiques élémentaires, sans passer par le cours préparatoire. Enfin le cours de mathématiques spéciales prépare les élèves à l'école polytechnique et à l'école normale. « Ceux d'entre eux qui n'abordent les cours de mathématiques élémentaires ou spéciales, qu'après avoir fait leur rhétorique et leur philosophie, sont en général les

meilleurs élèves, les plus intelligents et les plus laborieux. Le commerce des lettres et les études philosophiques ont contribué à former leur jugement et les ont disposés à mieux saisir les abstractions de la géométrie et de l'algèbre. »

Les colléges communaux sont loin d'être des établissements d'enseignement moyen aussi complets que les lycées. Des deux cent cinquante et un colléges communaux :

3 ont une chaire de mathématiques spéciales;

68 » toutes les chaires, sauf celle de mathématiques spéciales;

29 » la classe de rhétorique;

13 » » de seconde;

18 » » de troisième;

60 » la division de grammaire seulement;

79 » la quatrième d'enseignement spécial;

89 » la troisième » »

54 » la seconde » »

6 » la première » »

8 » la classe préparatoire;

Enfin 182 colléges ont une école primaire annexée.

PROGRAMME DES LYCÉES.

Un cours d'instruction religieuse de deux heures par semaine est donné dans toutes les classes. L'étude du latin commence dès la huitième et dure jusqu'en philosophie, soit neuf ans. Celle du grec commence dès la sixième, elle semble se terminer avec la rhétorique. L'histoire contemporaine (1789 à 1864) introduite récemment, et avec raison, dans l'enseignement, ne se donne que dans la classe de philosophie. L'enseignement de la géométrie a lieu dès la quatrième. Celui de l'algèbre, dès la seconde. La physique et la chimie ne sont enseignées qu'en philosophie. Les langues vivantes : anglais,

allemand, italien ou espagnol, suivant les régions, nord-ouest, nord-est, sud-est ou sud-ouest, sont enseignées dès la sixième. Le cours en est obligatoire pendant trois ans; à partir de cette époque, il devient facultatif. Le dessin est enseigné dans toutes les classes à partir de la sixième. L'élève qui quitte le lycée, après avoir achevé la quatrième classique, a appris le français, du latin, du grec, l'histoire jusqu'à l'invasion des barbares; il s'est assimilé les éléments de l'arithmétique et les notions préliminaires de la géométrie; il a appris, trois ans durant et pendant deux heures par semaine, une langue vivante. Son œil et sa main se sont exercés par le dessin; son oreille et sa voix, par la musique. Les classes de mathématiques élémentaires ne sont pas exclusivement consacrées aux mathématiques, les lettres y ont leur place. Mais les sciences prennent dix heures de leçon dans le cours préparatoire, seize dans la classe de mathématiques élémentaires proprement dites, et seize aussi dans le cours de mathématiques spéciales.

Le nombre des établissements d'enseignement secondaire libres était, au 1er janvier 1865, de 934. Ils comptaient 77,906 élèves, dont 43,000 dans les établissements laïques, et 34,897 dans les établissements ecclésiastiques (1), auxquels il faut joindre 20,000 enfants reçus dans les petits séminaires. La population des lycées était de 34,442 élèves, celle des colléges communaux, de 32,000.

---

(1) Tenus par l'autorité diocésaine, les Jésuites, les Maristes, les Lazaristes, les Basiliens, les Picpuciens, les Doctrinaires et les prêtres séculiers ou les protestants. Les Israélites n'ont pas d'écoles confessionnelles d'enseignement secondaire, les protestants ne comptent dans les leurs que 935 élèves. Les familles protestantes, fort nombreuses dans le midi et dans l'Alsace, ont donc moins de répugnance à envoyer leurs enfants dans les établissements officiels que les familles catholiques. Ce fait est digne d'attention, si l'on considère que l'indifférence en matière religieuse est bien moins répandue dans les sectes dissidentes du catholicisme que dans le catholicisme lui-même.

Les établissements d'enseignement moyen en France comptent donc environ 140,000 élèves pour 1,263 établissements,

dont 77 lycées ;
» 251 colléges communaux ;
» 657 établissements laïques ;
et 278 ecclésiastiques.

La population de la France étant de 37,382,225 habitants, il y a :

1 établissement d'enseignement secondaire pour 29,621 habitants,

1 élève. . . . . pour 267 habitants, et la population mâle, de 8 à 18 ans, étant estimée à 3,313,988 âmes, il y a 1 élève sur 2

EXAMENS ET DIPLÔMES.

Les diplômes de bachelier ès-lettres et de bachelier ès-sciences forment le couronnement de l'enseignement classique. Jadis l'examen de bachelier ès-lettres portait sur toutes les matières de l'enseignement des humanités. Pour être à même de répondre, à un moment donné, sans broncher, sur les faits de l'histoire universelle, indigeste ramas de noms, de faits et de dates, il fallait un effort prodigieux de mémoire. On développait une faculté mécanique et l'on allait à l'encontre du but des humanités, qui est de former l'esprit. Aujourd'hui on laisse dormir en paix les dynasties des Pharaons, des Babyloniens et des Assyriens, et l'examen du baccalauréat ne porte plus que sur les matières des deux dernières années de l'enseignement : la rhétorique et la philosophie. L'élève qui jadis négligeait complétement la classe la plus importante de l'enseignement moyen, la classe de philosophie, pour préparer son examen, donne aujourd'hui à la rhétorique et à

la philosophie toute son attention. Il a fallu bien du temps pour opérer cette réforme si simple.

L'examen de bachelier ès-sciences termine le cours de mathématiques élémentaires. Il est dans le vœu du Gouvernement que ce cours ne soit abordé que par les élèves qui ont terminé leur philosophie (Rapport du 4 décembre 1864), ou tout au moins leur rhétorique. Un cours préparatoire d'un an est créé pour ceux qui ne voudraient pas suivre cette voie; mais ils n'y sont admis que s'ils justifient qu'ils ont terminé la troisième classique. Dans ce cours préparatoire, on continue l'enseignement des lettres et notamment du latin. Le diplôme de bachelier ès-sciences suppose donc des études classiques tout comme le diplôme de bachelier ès-lettres.

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR.

L'enseignement supérieur ne jouit pas des mêmes libertés que l'enseignement primaire et l'enseignement moyen. Des considérations d'ordre public en sont la cause. La législation sur ce point est restée ce qu'elle était en 1808. Non-seulement il faut une autorisation expresse du ministre, autorisation toujours révocable, pour ouvrir un établissement d'instruction publique supérieur (université, faculté), mais cette autorisation est encore nécessaire pour donner ces simples cours que nous appelons conférences.

Le Gouvernement les encourage; exemples: les cours de la Sorbonne et la circulaire du 1er octobre 1864 aux membres de l'Université, aux sociétés savantes, à la magistrature, aux corps administratifs, etc. De 1865 à 1866, il se fit 1000 cours environ, dont un tiers environ à Paris et deux tiers dans les départements.

L'enseignement supérieur se donne dans les facultés, le

collége de France, le Muséum d'histoire naturelle et dans ce qu'on appelle les écoles spéciales du Gouvernement.

En 1836, les facultés de droit du royaume comptaient 4,900 élèves. En 1849, ce chiffre était tombé à 3,863. En 1856, alors qu'augmentaient d'une manière notable l'aisance et la richesse, il descendit à 3,112. Cette diminution du nombre des élèves des facultés, dans lesquelles se recrutent surtout les hautes classes intellectuelles, indiquait un changement considérable dans les tendances, les besoins, les espérances ou les illusions de la jeunesse française. A partir de 1858, le chiffre remonte, et s'élève, en 1865, à 4,913 élèves.

C'est aussi en 1836 que le chiffre des élèves inscrits aux facultés de médecine est le plus considérable : 2,500 ; il s'abaisse aussitôt et tombe, en 1843, à 877, pour se relever lentement jusqu'à nos jours, où il comprend 1,800 élèves environ.

ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Quoique l'école polytechnique soit classée dans les écoles militaires, qu'elle relève du ministre de la guerre et soit soumise à la discipline de l'armée ; que les élèves portent l'uniforme militaire et l'épée, elle prépare à la fois à des carrières civiles et à diverses carrières militaires et donne accès dans l'administration des travaux publics, des lignes télégraphiques et des manufactures de l'État, notamment celle des tabacs. Ce n'est certes pas le moins insoluble des problèmes qu'ont à résoudre les élèves de cette institution, longtemps sans rivale, que celui de l'analogie possible entre les hautes mathématiques et la fabrication des cigares.

L'admission à l'école a lieu par voie de concours. Le concours a lieu tous les ans. Le nombre des candidats admis

se règle chaque année d'après le chiffre présumé des emplois qu'il sera possible de donner aux élèves, à la sortie de l'école. Il dépasse d'un dixième ce chiffre présumé (Instruction du maréchal Niel, 3 février 1867). Pour être admis au concours, il faut justifier de la qualité de bachelier ès-lettres ou ès-sciences, prouver qu'on est Français de naissance ou par naturalisation, être âgé de seize ans au moins et de vingt ans au plus. Les sous-officiers, les caporaux ou brigadiers et les soldats de l'armée qui ont accompli plus de deux ans de service réel et effectif, peuvent concourir jusqu'à l'âge de vingt-cinq ans. Ces conditions ne sont pas bien difficiles à remplir; mais le prestige de l'École, la certitude d'une carrière assurée qu'elle donne à ceux qui réussissent aux épreuves de sortie, ce titre d'ancien élève de l'École polytechnique, qui rayonne dans la vie d'un homme comme une preuve permanente d'intelligence et d'aptitude au travail, fait que le nombre des concurrents est considérable et que ce concours n'est abordé que par des élèves d'élite. Les épreuves écrites et orales portent sur les mathématiques, la physique, la chimie, le français, les langues vivantes : l'anglais, l'allemand, l'espagnol, l'italien ou l'arabe (à cause des possessions algériennes). Toutefois le programme des connaissances exigées semble engager les candidats à s'adonner de préférence à l'étude de l'allemand ; il leur annonce que le cours de langue allemande fera partie de l'enseignement intérieur et obligatoire de l'école. Il les prévient qu'à dater de 1870, l'allemand sera obligatoire pour l'admission, et que le coefficient attribué à cette langue sera augmenté de moitié. Nous ignorons si à Berlin on a pris des mesures analogues pour l'enseignement du français.

La durée de l'enseignement est de deux ans.

On reproche à l'École polytechnique d'exténuer les élèves par l'excès de travail qu'on leur impose; de dessécher leur

esprit par l'abus des mathématiques. On dit que les jeunes gens sortis de l'École polytechnique, s'ils sont de remarquables spécialités, ne jouent pas dans la société le rôle auquel semble devoir les appeler la puissance d'intelligence dont ils ont dû faire preuve pour sortir lauréat du concours, et on en a cherché la cause dans l'absence d'un enseignement littéraire suffisamment étendu. C'est le vice de toutes les études spéciales et de l'exercice exclusif d'une faculté au détriment des autres. Dans tous les pays d'Europe, et d'Amérique sans doute aussi, on crie merveille lorsqu'on trouve par hasard un général ou un maréchal qui sache défendre son budget et exprimer clairement ses idées à la tribune. Si l'enseignement littéraire était fortifié dans les écoles spéciales, on n'aurait pas à regretter cette lacune fâcheuse, dans un siècle où la victoire des armes se prépare dans les assemblées parlementaires et s'achève sur les champs de bataille.

COLLÉGE DE FRANCE.

Le Collége de France fut fondé par François Ier, le 24 mars 1529. Il le fut en dehors de l'Université de Paris, malgré elle et contre elle. C'était la science progressive opposée à la science routinière, pédante et intolérante de la vieille Université. Ces origines et ces tendances libérales valurent au Collége de France la grâce de la Convention. Il échappa à l'universelle destruction de tous les colléges de l'ancien régime et subsiste encore, en dehors de l'Université de France, comme il existait jadis en dehors de l'Université de Paris. Ses chaires furent d'abord au nombre de deux, il en compte aujourd'hui vingt-huit.

Comme nous l'avons dit, le Collége de France ne confère pas de grade, ne prépare à aucun diplôme et n'ouvre l'accès à

aucune carrière. Les cours sont publics et gratuits. La publicité des cours du haut enseignement, qui embrasse à peu près l'ensemble des connaissances humaines, est incontestablement une des choses qui contribuent le plus à donner à la ville de Paris ces traits caractéristiques qui en font une ville unique dans le monde. Le Collége de France est dirigé par un administrateur que nomme le ministre de l'instruction publique. En cas de vacature, les professeurs sont choisis par l'Empereur, sur une liste quintuple de candidats, dont deux sont désignés par les professeurs en fonction, deux par la classe de l'Institut à laquelle correspond la chaire vacante ; un par le ministre de l'instruction publique, qui a toutefois la faculté de ne pas faire usage de ce droit. Le Collége de France ne constitue pas une personne civile. Les collections, le matériel et les bâtiments appartiennent à l'État. Les professeurs et les employés sont payés sur les fonds mis par la Chambre à la disposition du ministre de l'instruction publique.

ÉCOLES DES LANGUES ORIENTALES VIVANTES.

Cet établissement, dont les cours se donnent dans les locaux de la bibliothèque impériale, a été créé dans un but politique et commercial, afin de faciliter et d'étendre les relations de la France avec l'Orient. On y enseigne le grec moderne et la paléographie grecque, le turc, l'arabe littéral et l'arabe moderne, l'arménien, le persan, l'hindoustani, le chinois moderne, le malais et le javanais. Les cours ont pour but de préparer aux fonctions de drogman. Les élèves portent le nom de : jeunes de langues. L'école est dirigée par un président dont les fonctions sont d'une durée limitée et que le Gouvernement choisit parmi les professeurs de l'école.

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE.

Les chaires du Muséum, au nombre de quinze, sont uniquement consacrées à l'enseignement de l'histoire naturelle. Elles ont pour objet :

La physiologie comparée.
L'anatomie comparée.
L'anatomie et l'histoire naturelle de l'homme.
Les mammifères et les oiseaux.
Les insectes.
Les crustacés et les arachnides.
Les annélides, les mollusques et les zoophytes.
La botanique.
La culture.
La géologie.
La minéralogie.
La paléontologie.
La physique appliquée à l'histoire naturelle.
La chimie appliquée aux corps organiques.
La chimie appliquée aux corps inorganiques.

Les cours sont publics et gratuits.

Le Muséum est administré par un directeur nommé par le Gouvernement. Il est pourvu aux places vacantes de professeur sur des listes de présentation, comme pour le Collége de France.

Au Muséum sont joints des collections, des serres, un jardin, jadis célèbre et qui a été le prototype de tous les jardins zoologiques qui, depuis vingt-cinq ans, se sont établis en Europe. On a fait des progrès ailleurs, de sorte que la gloire, bientôt séculaire, du Jardin des plantes a été un peu éclipsée. Le Muséum a été un peu négligé par le Gouvernement dans ces derniers temps. La cause en est, dit-on, dans

l'incertitude où l'on s'est trouvé sur l'utilité du maintien de cet établissement célèbre, dans un quartier un peu reculé.

ENSEIGNEMENT TECHNIQUE.

Enseignement industriel. — Cet enseignement est organisé dans la plupart des grandes villes industrielles. Il est en rapport avec les diverses espèces d'industrie qui y sont exercées. Suivant le plus ou moins d'extension donnée à l'organisation, on enseigne le dessin, dont la nécessité est de jour en jour plus généralement reconnue pour l'ouvrier, la géométrie, la mécanique, l'arpentage, les éléments d'architecture, la coupe des pierres, etc...... L'enseignement est tantôt donné dans des cours organisés par les villes, tantôt dans des écoles préparatoires ; tantôt il constitue une annexe de l'enseignement des facultés. Les villes fournissent, s'il y a lieu, les locaux, le matériel, et payent une partie des traitements des professeurs, qui sont nommés par l'État. Nous n'avons pu nous procurer un travail d'ensemble sur ces institutions. Il serait à désirer qu'on s'en occupât. On cite l'école des Marbriers de Paris, l'école St-Nicolas, à Paris et à Issy, les écoles de Châlons-sur-Marne, d'Angers et d'Aix; ces trois dernières portent le nom d'écoles impériales des arts et métiers.

École des mineurs d'Alais, école des mineurs de St-Étienne. — L'École des mineurs d'Alais forme des porions ou maîtres-mineurs; l'école des mineurs de St-Étienne, des chefs d'exploitation d'usines métallurgiques et des garde-mines. Pour être reçus à ces écoles, les élèves doivent prouver qu'ils possèdent une bonne instruction primaire; l'âge d'admission est de quinze à seize ans et au-dessus.

Écoles centrales des arts et manufactures. — A un degré plus élevé, se trouve l'École centrale des arts et manufactures

qui forme des chefs de fabriques, des directeurs d'usines et des ingénieurs civils. La durée des études est de trois ans. Un examen de fin d'année constate la capacité acquise. Ceux qui terminent le cours entier des études et subissent avec succès les épreuves, reçoivent le diplôme d'ingénieur civil; les autres obtiennent, s'il y a lieu, un diplôme de capacité. L'âge d'admission est de dix-huit à vingt et un ans, et l'admission n'a lieu qu'après examen.

ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT AUX ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE.

Il n'est pas de pays où l'enseignement soit aussi largement répandu; il en est peu où l'habitude de la lecture, sans laquelle il n'est pas d'instruction, permanente ou progressive, ait aussi profondément pénétré dans les masses. Chaque État de l'Union est souverain en fait d'instruction, sauf les dispositions prises depuis la guerre civile, pour le développement de l'instruction dans les États du Sud, et sauf les subsides en terres que le pouvoir central alloue aux différents États comme fonds de dotation des écoles. L'enseignement est, de plus, libre dans chaque État. La république américaine du Nord est, de tous les pays modernes, celui qui offre à l'étude le champ le plus vaste et le plus riche. Comme autrefois la cité romaine, elle est incessamment envahie par les étrangers. Elle a aboli l'esclavage et appelé les affranchis à la vie politique. Les descendants des premiers colons, les descendants même de ceux qui, il y a cent ans, proclamèrent la République, se sont perdus dans le flot d'étrangers venus de l'Allemagne, de l'Irlande et de l'Afrique.

Il semble que la race ayant changé, le vieil esprit américain ait dû disparaître et que les institutions aient dû subir des transformations profondes. Il n'en est rien, du moins jusqu'à présent. Comment l'Amérique a-t-elle échappé et espère-t-elle échapper dans l'avenir aux conséquences d'un fait qui a ruiné l'Empire romain après avoir corrompu la République romaine? Il serait téméraire de citer telle cause à l'exclusion de telle autre. Mais l'une des principales est incontestablement le développement qu'a reçu l'instruction dans ces États qui constituaient jadis la nouvelle Angleterre et qui sont aussi le foyer de la vitalité américaine. C'est par l'instruction que, depuis la fondation des colonies et surtout depuis le commencement de ce siècle, l'Américain transmet son génie à ces masses envahissantes. Dès leur débarquement de la *May-flower*, les immigrants posèrent les principes sur lesquels repose encore aujourd'hui l'organisation de l'instruction du peuple aux États-Unis. L'enseignement populaire est un service public auquel chaque père de famille est tenu de contribuer, non-seulement par le payement de l'impôt à l'aide duquel on crée et l'on entretient les écoles, mais encore en satisfaisant surtout au but auquel tend le service, c'est-à-dire en donnant ou en faisant donner l'instruction à ses enfants. Le tout sans préjudice du droit individuel de chacun de contribuer au service dans une mesure plus large, en créant à côté des écoles officielles des écoles libres, et du droit pour chaque père de famille de satisfaire à la seconde partie de ses devoirs, en donnant l'instruction à ses enfants, de telle manière qu'il le juge convenable, soit par l'enseignement au foyer domestique, soit par celui de l'école privée ou de l'école commune. Avec le temps, l'organisation s'est développée et perfectionnée, et aujourd'hui le système des *Public*, *Common* ou *National Schools,* noms différents pour désigner une seule et même chose, embrasse un vaste réseau

d'écoles, à travers les mailles duquel l'ignorance a bien de la peine à passer, et où l'on trouve les trois premiers degrés de l'enseignement : l'enseignement élémentaire, l'enseignement primaire supérieur ou moyen inférieur, et l'enseignement moyen supérieur ; c'est-à-dire offrant à tous les citoyens l'instruction qu'il est possible d'acquérir depuis la cinquième jusqu'à la dix-huitième année. A côté des écoles officielles se placent les écoles libres, qui aux trois degrés d'enseignement que nous venons d'indiquer ajoutent le quatrième, c'est-à-dire que nous appelons l'enseignement supérieur. Ces divisions sont loin d'être rigoureusement mathématiques, quoique, en général aux États-Unis, l'accomplissement d'un certain âge et d'une capacité suffisante soit une condition indispensable à l'accès d'une classe ou d'une école plus élevée. Pour autant qu'il soit possible de saisir quelques grandes lignes dans une organisation qui varie d'État à État, de commune à commune, d'établissement à établissement, nous dirons que les écoles officielles prévalent pour l'enseignement des deux premiers degrés, et l'enseignement libre, pour les deux degrés supérieurs. Mais l'administration de beaucoup d'établissements libres est contrôlée et même dirigée en participation par l'État. Les deux plus célèbres établissements d'enseignement supérieur des États-Unis, l'Université de Harvard et l'Université de Yale, en fournissent de remarquables exemples.

L'instruction individuelle, stimulée par l'intérêt, l'amour du bien public, l'esprit de parti, le sentiment philosophique et religieux, a donc été reconnue impuissante à satisfaire largement aux besoins intellectuels des classes populaires. Cette intervention de l'État chez un peuple qui, pour le développement de l'énergie individuelle, n'a pas de rival dans l'histoire, est incontestablement le fait saillant de l'organisation de l'enseignement aux États-Unis.

L'Américain estime que l'intelligence de la femme vaut celle de l'homme, et qu'elle est capable de saisir les vérités abstraites avec une égale facilité. L'expérience a victorieusement résolu ce problème. L'enseignement donné aux deux sexes est donc généralement le même, sauf, bien entendu, l'enseignement spécial ou technique qu'exige le rôle différent que les uns et les autres sont appelés à remplir dans la famille et dans la société. S'il y a beaucoup d'établissements consacrés, les uns à l'éducation du sexe masculin, les autres à celle du sexe féminin, et si généralement la séparation des jeunes gens de l'un et de l'autre sexe a lieu vers la quinzième année, on trouve un grand nombre d'établissements où sont réunis dans les mêmes classes, non-seulement des enfants, mais des jeunes gens de quinze à dix-huit ans.

Les instituts célèbres d'Oberlin, dans l'Ohio, de Hellsdale, dans le Michigan, fondés par l'une des sectes les plus rigides du protestantisme, la secte des Puritains, sont basés sur ce système.

On y voit, dans les mêmes classes, lisant dans les mêmes livres, des jeunes filles et des jeunes gens. Plusieurs de ceux-ci ont quitté l'école pour fàire la guerre du Sud ; la guerre finie, ils sont revenus s'asseoir sur les bancs de l'école, portant encore leur uniforme militaire. Dans le réfectoire, aux repas, les uns et les autres se groupent suivant leurs convenances.

Oberlin compte 409 garçons ou jeunes gens et 492 jeunes filles. Depuis trente-cinq ans que l'établissement existe, il n'y a pas d'exemple d'un acte inconvenant.

« La société la plus heureuse, dit l'un des promoteurs du système, est celle qui se conforme le plus à l'ordre de la nature, tel qu'il existe dans les relations de la famille, où le frère et la sœur s'élèvent et se corrigent mutuellement. L'at-

mosphère morale des écoles mixtes est plus pure que celle des écoles séparées. Les jeunes gens y acquièrent une idée plus juste du caractère de la femme, et le bon sens l'emporte sur le sentimentalisme morbide que les jeunes gens et les jeunes filles emportent parfois des établissements séparés. Des personnes que j'entretins sur ce point, je trouvai que ses plus ardents adversaires étaient ceux qui en parlaient à un point de vue purement spéculatif, et ses plus chauds partisans, ceux qui l'avaient expérimenté, et expérimenté depuis longtemps » En 1865, parmi les candidats aux grades d'Oberlin, se trouvait une jeune fille de couleur, affranchie naguère et qui n'avait pas encore complétement payé sa rançon, à la libération de laquelle elle travaillait suivant l'usage suivi par beaucoup d'élèves, en associant au travail intellectuel un travail manuel rémunérateur, soit dans l'établissement, soit au dehors.

L'enseignement inférieur est généralement entre les mains des femmes. Leur aptitude pour cette difficile mission est merveilleuse. L'intelligence de l'enfant s'harmonise plus facilement avec celle de la femme qu'avec celle de l'homme. Aussi, chose à peu près sans exemple dans l'histoire, la guerre n'a-t-elle pas interrompu le service de l'instruction, sauf dans les districts ravagés par le passage des troupes; l'Ohio a eu 3,000 de ses 8,000 instituteurs qui ont pris les armes et sont partis. Des femmes les ont immédiatement remplacés et avec avantage. Ce n'est pas seulement l'enseignement primaire que donnent les femmes, mais aussi l'enseignement moyen. Au collége d'Antioche, dirigé par M. H. Mann, les chaires de langues modernes, de langues classiques, de mathématiques et de science naturelle étaient dès leur origine occupées par des femmes. Le premier président de l'Institution, fondée en 1852, fut l'un des grands citoyens de la République, M. H. Mann.

« Une longue expérience m'a donné la conviction que, toutes choses étant égales d'ailleurs, l'enseignement de la femme est plus patient, plus persistant et plus pénétrant que celui de l'homme. » (Horace Mann.)

Il y a longtemps que les Américains ont cessé de croire que l'étude de la grammaire latine fût le meilleur système d'instruction à donner à un enfant qui doit, dès sa quinzième année, s'absorber dans les détails de la vie pratique. L'enseignement moderne est généralement répandu, on peut même dire qu'il sert de base aux *Public Schools;* cependant les études classiques sont fort en honneur, tellement que beaucoup de femmes les abordent. Mais elles sont faibles, comme tout l'enseignement littéraire et aussi l'enseignement supérieur du droit, de la médecine et des sciences précises. Aussi l'Amérique, qui a fourni à la littérature les noms de Prescott, de Bancroft, de Longfellow, de Cooper, d'Everett, aux sciences celui de Maury, et qui a le mieux travaillé l'histoire et la littérature de l'Espagne, n'a-t-elle pas toutefois, dans les lettres et les sciences, la place à laquelle l'appellent son génie, son activité, ses richesses. Le culte désintéressé de la pensée pure, si répandu en Allemagne, en France, en Italie, en Angleterre, n'a pu s'étendre encore dans un pays absorbé tout entier par les soins des intérêts positifs. C'est le vice des démocraties d'être peu favorables à la supériorité du talent et de lui préférer les médiocrités populaires. La jeune Amérique n'offre pas même à ses supériorités intellectuelles ces positions politiques que la vieille Europe, plus sage sur ce point, se glorifie de donner aux siennes.

Tous les États de l'Union laissent au père de famille le droit d'instruire ses enfants au foyer domestique et partout où il le juge convenable. Mais il faut que l'enfant soit instruit. C'est un devoir que le père contracte, par la paternité, par

devers la famille qu'il introduit dans le monde et par devers la société, et ce devoir est un devoir légal. Tel est du moins le principe qui prévaut dans les États du Nord. Mais l'initiative individuelle ayant été reconnue insuffisante à satisfaire largement aux besoins intellectuels des classes populaires, les États ont en conséquence organisé un enseignement primaire officiel aux frais des contribuables, mais gratuit pour ceux qui fréquentent l'école. Cet enseignement, qui absorbe des sommes énormes (9 francs par tête d'habitant), est admirablement organisé, et comme l'Américain est homme pratique et n'aime pas les faux frais, il tient à bénéficier de cet enseignement qu'il paye. Aussi, tous les enfants vont à l'école nationale, à quelque condition qu'ils appartiennent.

L'école est laïque parce que l'État est laïque; l'enseignement officiel et confessionnel serait impossible dans un pays où les sectes varient à l'infini. Tout esprit dogmatique est sévèrement écarté des écoles publiques et même de beaucoup d'écoles libres. Les ministres des cultes ne peuvent faire partie des comités chargés de l'organisation, de la direction et de l'inspection des écoles. Il est sévèrement interdit à l'instituteur de se faire l'organe d'une confession religieuse quelconque. Il doit se borner à enseigner ces principes de morale universelle, acceptés par tous les peuples civilisés.

Et cependant l'Amérique est peut-être, de tous les pays vivant dans le giron du christianisme, celui où la foi religieuse a conservé le plus d'empire et gardé toute son intensité primitive. Hommes, femmes, enfants, s'y pressent les dimanches dans les églises. Les allocations volontaires, affectées annuellement au service des cultes, dépassent 200 millions de francs, soit sept francs par tête d'habitant, le double de ce que le Belge paye d'impôt foncier à l'État.

En Belgique, on estime que la population en âge de fréquen-

ter l'école primaire est de 15 °/₀ de la population totale, soit 750,000 enfants pour cinq millions d'habitants. Dans certains États de l'Union, dans le Massachusetts, l'Ohio, le Wisconsin, le chiffre des individus qui fréquentent les écoles s'élève de 18 à 31 °/₀ de la population. Cette statistique est celle des écoles publiques et ne comprend pas les résultats des écoles privées. Il en résulte que les enfants restent à l'école au delà même du temps légal (dix ans, de l'âge de cinq à quinze ans), et que l'instruction que reçoivent les pauvres et les riches est non-seulement l'instruction primaire, mais l'instruction moyenne du degré inférieur. C'est l'instruction que possédaient Washington et la plupart de ceux qui avec lui affranchirent les colonies de la suprématie de la métropole.

Ce fait seul suffirait à expliquer l'énergie intelligente de ce peuple. La République américaine est, avec la République helvétique, la seule nation qui ait mis en pleine valeur cette terre féconde qui partout ailleurs reste en friche et que l'on appelle l'intelligence populaire.

Ce que nous disons n'est vrai que pour les États du Nord, avec lesquels les États du Sud tranchent d'une façon marquée.

La fédération et la décentralisation, qui ont leurs très-grands avantages, ont aussi leurs très-grands inconvénients, et l'un des moindres est une très-grande inégalité dans la marche du progrès et dans l'amélioration de la condition des classes ouvrières. Alors que dans le Vermont, sur cent individus aptes à fréquenter les écoles, c'est-à-dire âgés de 5 à 20 ans (enfants et adultes), 93 °/₀ satisfont à cette obligation morale, que la moyenne dans les États du Maine, du New-Hampshire, du Vermont, du Massachusetts, de Rhode-Island, du Connecticut, de New-York, de la Pensylvanie, du New-Jersey, de l'Ohio, de l'Indiana, de l'Illinois, du Michigan, de l'Iowa, du Wisconsin et de la Californie est de 75 °/₀, elle tombe, dans la

Delaware, le Missouri, le Kentucky, la Louisiane, la Caroline du Nord, la Géorgie, l'Alabama et le Tennessée, à 33 °/₀. Elle s'abaisse dans le Maryland à 17 °/₀, dans la Caroline du Sud à 15 °/₀, et enfin décline dans le Mississipi et la Virginie jusqu'à 9 °/₀.

La différence des moyennes entre le Nord et le Sud est de 42 °/₀, celle des extrêmes, de 84 °/₀.

La nécessité de maintenir l'ignorance de l'esclave était élevée à la hauteur d'un principe de droit public, dans les États du Sud, et l'on ne s'occupait pas davantage de l'état intellectuel des affranchis et des blancs pauvres. Un vaste système d'enseignement des uns et des autres a été organisé depuis la guerre du Sud.

L'idée de civiliser la race nègre est incontestablement une des aspirations les plus chrétiennes et les plus grandioses de ce siècle. L'expérience seule est en mesure de prouver ce qu'il y a de sérieux dans cette tentative d'un peuple qui n'a pas l'habitude de s'égarer dans les champs illimités de l'utopie.

Les divers États, dont l'union compose la République fédérative américaine, sont souverains en fait d'enseignement, sauf les droits attribués au congrès central pour certains établissements d'enseignement supérieur, et sauf le droit individuel ou collectif de tout Américain de publier ses idées et de faire de la propagande par tous les moyens possibles, et notamment par l'enseignement à tous ses degrés et dans toutes ses manifestations. Nous ignorons si tous les États usent du droit d'enseigner, soit qu'ils l'exercent directement, soit qu'ils le délèguent et l'imposent aux diverses communautés dont l'ensemble forme l'État. Généralement, toutefois, le soin de pourvoir à l'enseignement supérieur et à ce que nous appelons l'enseignement moyen du degré supérieur, est laissé à l'initiative privée individuelle ou fortifiée par l'exercice du droit

d'association. L'État se montre habituellement fort large dans la concession du privilége de la personnification civile aux établissements d'enseignement. Mais ces concessions sont soumises à des règles sévères, et le montant des revenus et du capital que peut posséder l'établissement, est fixé par l'acte d'incorporation. Les écoles officielles sont presque toujours investies de ce droit.

Les écoles officielles sont connues sous le nom de *Public, Common* ou *National Schools*. Toutefois, lorsqu'on dit d'un homme qu'il a reçu *a good common school education*, termes fort usités en Amérique, on veut dire par là, qu'il a reçu une bonne instruction moyenne, telle qu'on la peut recevoir jusqu'à l'âge de quinze ou dix-sept ans. C'est l'instruction généralement répandue en Amérique, dans les classes aisées. Sur deux cent six membres qui, en 1826, composaient la Chambre des représentants du Connecticut, cent quatre-vingts avaient reçu leur instruction dans les *National Schools*. Cette instruction moyenne était aussi la seule qu'avait reçue Washington. L'enseignement moyen du degré supérieur et l'enseignement supérieur proprement dit sont faibles aux États-Unis. L'enseignement des langues, non-seulement les langues classiques, mais aussi les langues modernes, laisse beaucoup à désirer. Les Anglais, quel que soit le profit qu'ils puissent tirer de l'examen du système scolaire américain, n'ont rien à apprendre de la manière dont l'on enseigne dans ce pays.

Les États-Unis sont divisés en comtés, les comtés en *Towns* ou *Townships* qui, lorsqu'ils réunissent certains caractères, prennent le nom de cités. Dans le Nord de l'Union, les attributions des comtés sont presque nulles. L'administration locale est dans les mains des *Towns;* dans le Sud, c'est l'inverse. Les Anglais qui écrivent sur l'Amérique se donnent, en général,

beaucoup de peine pour faire comprendre à leurs compatriotes ce que c'est que le *Town* ou le *Township*. Celui-ci diffère, en effet, de la paroisse anglaise, mais il tient de notre commune, en ce sens qu'il est tout à fait distinct des circonscriptions ecclésiastiques, circonscriptions qui n'existent pas en Amérique, mais qui servent encore généralement en Angleterre, comme autrefois chez nous, de bases aux circonscriptions administratives autres que les villes et les cités. Dans le *Town*, les affaires sont généralement administrées directement par le peuple. Lorsque le soin de les gérer est remis à des autorités déléguées, comme un maire, des échevins; qu'elle a quelques priviléges et un grand nombre d'habitants, le *Town* prend le nom de *City*. Au point de vue qui nous occupe, la distinction étant nulle entre ces deux genres d'administrations locales, nous nous servirons du mot générique de commune.

Les États étant souverains en fait d'enseignement, il s'ensuit que l'organisation en varie plus ou moins dans chacun d'eux. Nous prendrons comme type celui du Massachusetts. C'est un des mieux administrés sous ce rapport, c'est aussi l'un des mieux étudiés et l'un des mieux connus. Chaque commune, d'après la loi de l'État, est tenue d'avoir au moins une école, si elle comprend cent familles ou chefs de maison; deux, si elle en a cent cinquante; trois, si elle en a cinq cents. La loi de 1826 rendit obligatoire l'enseignement de la lecture, de l'écriture, de l'orthographe, de la grammaire anglaise, de la tenue (*Good behaviour*), et de la morale en action. En 1857, on y ajouta l'histoire des États-Unis. La loi de 1850 décide que le Comité, autorité dont nous parlerons tout à l'heure, peut exiger qu'on enseigne la philosophie et l'hygiène. En 1857, on introduisit l'algèbre dans l'enseignement. En 1859, le Comité reçut le pouvoir de rendre obligatoire l'enseignement de la musique

vocale et du dessin. Plus récemment on y introduisit l'agriculture. Tel est l'enseignement qu'en vertu de la loi du Massachusetts, toute commune, n'eût-elle que cent familles, soit quatre cents habitants, peut être tenue de donner, et comme l'instruction est obligatoire dans le Massachusetts, telle est l'instruction que tout enfant est tenu de recevoir.

Toute commune peut et chaque commune contenant cinq cents familles, soit deux mille âmes, doit, indépendamment des écoles susdites, maintenir une école où, aux branches d'enseignement indiquées plus haut, s'ajoutent celles de l'histoire générale, de la tenue des livres, de la géométrie, de la philosophie naturelle, de la chimie, de la botanique, de la *civil polity* de l'État et de la République américaine, ainsi que celle du latin. Ces écoles portent le nom de *High Schools* de la deuxième classe.

Si le nombre d'habitants de la commune s'élève à quatre mille, on enseigne de plus le grec, le français, l'astronomie, la géologie, la rhétorique, la logique, la morale et l'économie politique. Ces écoles portent le nom de *High Schools* de la première classe. On donne aussi parfois aux unes et aux autres le nom de *Grammar Schools* ou d'*English Schools,* lorsqu'on n'y enseigne pas le latin ou le grec. En 1864, il y avait vingt communes qui, sans y être astreintes légalement, avaient fondé des établissements d'enseignement de cette nature. Chaque commune peut, de plus, instituer des écoles pour l'enseignement de personnes âgées de plus de quinze ans.

En vertu d'un acte de 1789, les communes peuvent se subdiviser en districts scolaires.

L'administration et l'inspection des écoles dans chaque commune appartient à un comité d'école (*Schools Committee),* dont les membres sont élus par l'assemblée annuelle de la commune. Un tiers des membres sort tous les ans, mais ils

paraissent être rééligibles. Le comité nomme les professeurs, inspecte les écoles, désigne les livres qui seront usités, sans pouvoir toutefois autoriser aucun livre religieux dogmatique, sauf la bible, dont quelques textes dans la version anglaise doivent être lus tous les jours dans l'école. Le comité nomme un surintendant des écoles chargé de l'inspection. La subdivision de la commune en districts scolaires est décidée par l'assemblée de la commune, spécialement convoquée à cet effet. Le district scolaire devient, comme le comité scolaire, une personne civile jouissant du droit d'ester en justice, d'acquérir et de posséder en faveur des écoles du district. L'assemblée de la commune, chaque année, nomme une ou trois personnes dans chaque district, chargées d'exercer la surveillance matérielle de l'école et aussi, si la commission le décide, de choisir les professeurs et de traiter avec eux. Le choix de ces *managers of schools* n'est pas toujours heureux. Beaucoup doivent leur élection à leur popularité. C'est aux habitants des districts, réunis à cet effet en assemblée, qu'incombe le soin de pourvoir, à l'aide de taxes ou d'autres ressources, à l'érection de l'école, à l'achat du matériel et à la composition de la bibliothèque. Les rôles sont décrétés par l'assesseur de la commune, et les taxes levées par le collecteur.

La faculté donnée aux communes de se subdiviser en dis tricts scolaires est vivement critiquée, d'une part, et défendue de l'autre. Les uns la vantent comme contraire à une centra lisation toujours dangereuse, les autres la combattent comme essentiellement antirépublicaine et créant des inégalités fâcheuses au point de vue de la répartition de l'enseignement entre les districts pauvres et les districts riches. On peut se faire une idée de l'extension de ce système, qui prévaut dans tous les États du Nord qui formaient jadis la Nouvelle Angleterre, par les chiffres suivants : Rhode-Island a trente-trois

communes avec quatre cents districts; le Connecticut a cent soixante-deux communes avec mille six cent neuf districts. Il est des districts où les écoles font défaut, de telle sorte que les parents, pour assurer le bienfait de l'instruction à leurs enfants, les quittent et vendent leurs terres, qui s'accumulent ainsi en quelques mains, ce qui, dit un rapport, tend à introduire dans la société les germes d'une aristocratie semblable à celle qui existe dans certains États de l'Allemagne. Il est d'autres districts par contre où elles abondent.

Si l'on veut lire entre les lignes, on trouvera sans doute que le système est critiqué par les districts pauvres et défendu par les districts riches; que les districts pauvres ne seraient pas fâchés de jouir, d'une part, des fonds des districts riches et que ceux-ci ne se soucient pas de partager. M. Horace Mann, homme de grande autorité en ces matières, dit que la loi qui autorise les communes à se diviser en districts est la loi la plus malheureuse que l'État ait jamais rendue en fait d'instruction. Nous croyons qu'il a raison, ce qui ne préjudicie en rien à l'utilité que peuvent avoir les comités locaux, au point de vue de la surveillance et surtout de la fréquentation scolaire. Les pays germaniques nous en fourniront d'heureux exemples.

La subdivision des communes en districts ne prévaut pas partout. La commune reste l'unité scolaire. Dans l'État de New-York, la commune elle-même disparaît en tant qu'élément dans l'organisation de l'enseignement. Les seules communautés inférieures à l'État et investies de pouvoirs en cette matière, sont les comtés et les districts. L'État de New-York a soixante comtés et treize cités assimilées, à cet effet, aux comtés. Les treize cités sont subdivisées en deux cent quatre-vingt-cinq districts, soit plus de vingt districts par ville; les soixante comtés sont subdivisés en onze mille quatre cent

soixante-deux districts. Les *trustees* du district sont, comme dans le Massachusetts, nommés par la population. Leurs pouvoirs sont toutefois un peu plus étendus. L'État de New-York est un état bureaucratique qui a des tendances à la centralisation; qu'on en juge. « Ne serait-il pas beaucoup préférable, dit une des commissions de l'enseignement, que l'État prît en main la question de l'enseignement, fît la division du territoire en districts, construisît les écoles, nommât et payât les instituteurs et prît des garanties pour la fréquentation scolaire, comme cela se fait en Allemagne. Ne serait-ce pas là une grande économie? »

Le district, la commune ou le comté, intervient avec l'État dans les dépenses des écoles nationales. L'enseignement y est gratuit, ce qui leur vaut le nom de *free schools;* les écoles libres portent en Amérique le nom de *private schools.* Les minervals ne peuvent donc entrer en compte. Il est cependant des États-comme New-York, Rhode, Island, Connecticut, où ils sont autorisés.

Le district est chargé de la construction de l'école. La commune paie l'instituteur et fournit le matériel et les livres de la bibliothèque. L'État subsidie. Toutefois il ne le fait que lorsque le budget de chaque école lui a été soumis et lorsque la commune a levé, par des taxes locales pour les écoles, une somme d'au moins un et demi-dollar (environ fr. 8.10 en prenant le dollar à fr. 5.40) par enfant âgé de cinq à quinze ans. En 1864, dans le Massachusets, les sommes levées par les communes et leurs districts s'élèvent à six et demi dollars par tête d'enfant (35.10). Les subsides de l'État sont prélevés sur un fonds appelé *school-fund* et dont nous ferons connaître à l'instant la composition. L'intervention pécuniaire de l'autorité supérieure est considérée comme la mesure la plus importante que l'État ait prise en faveur de l'enseignement. Son prin-

cipal mérite est d'obliger les *common* et les *private schools* à la publicité qui assure le contrôle de l'opinion publique, fait voir à chaque établissement les vices de son organisation et lui impose les réformes. Ce contrôle de l'opinion publique, qui est le correctif indispensable de toute liberté d'ordre public, est d'autant plus nécessaire que l'autorité de l'État sur la commune, au point de vue scolaire, est à peu près nulle.

S'il peut obliger, sous peine d'amende, à élever et à entretenir des écoles, il ne jouit en dehors de cette prérogative d'aucun droit d'inspection et de commandement. Tel est le système qui, plus ou moins modifié, est celui de la plupart des États de la Nouvelle-Angleterre. Ses inconvénients sautent aux yeux. Aussi, en dépit de l'antipathie que l'on éprouve pour la centralisation, l'idée de la création d'un bureau central, d'un ministère de l'instruction publique, ou quelque chose d'analogue au comité du conseil privé, fait-elle rapidement son chemin aux États-Unis. Les communes ont donc la suprême direction de leurs écoles. Ce qui nous paraît digne d'attention et digne d'emprunt, c'est la décentralisation dans la commune. Pour les Américains, la démocratie ne consiste pas à donner à un homme le droit de voter pour un autre homme, investi de sa confiance, en laissant à celui-ci le soin de prendre à sa discrétion toutes les mesures qu'il juge être de nature à faire le bonheur de son commettant. L'Américain intervient plus directement dans les affaires publiques.

L'administration des écoles est généralement, dans les grandes villes comme New-York, Boston, Philadelphie, entre les mains d'une commission, appelée tantôt *Board of education*, tantôt *School directors*, tantôt *School Committee*, etc. Le nombre des membres de la commission varie : à New-York, il est de vingt et un ; à Boston, de soixante-douze, auxquels il faut ajouter le président du conseil communal et le maire. Les

membres de la commission ne sont pas, comme ils le seraient en Belgique, élus au scrutin de liste par tout le corps électoral de la ville, divisée ou non en bureaux pour la facilité des opérations. Chaque quartier de la ville, ou chaque district scolaire, constitue un collége électoral qui nomme ses députés à la commission. Boston a douze quartiers ; chacun d'eux nomme trois membres du *Board*. Le *Board* se subdivise en comités. Boston en a neuf, New-York quinze. Chacun d'eux s'occupe d'un objet spécial relatif à l'enseignement. A New-York, le premier comité a dans ses attributions l'administration de la *Free Academy* (Établissement d'enseignement moyen supérieur qui délivre des diplômes); le second, les écoles normales ; le troisième, les écoles du soir ; le quatrième, les fonds ; le cinquième, le choix de l'emplacement et de l'érection des nouvelles écoles; le sixième, le matériel des écoles; le septième, le chauffage et la ventilation; le huitième, les bâtiments; le neuvième, les subsides; le dixième tient les comptes ; le onzième prépare les règlements ; le douzième prépare les nominations; le treizième s'occupe des programmes et des livres d'école; le quatorzième, des professeurs; enfin le quinzième écoute les plaintes. Il est impossible de pousser plus loin la division du travail, et New-York peut rendre des points à la maison la mieux montée de l'Orient. La ville de Boston est restée dans des limites plus raisonnables de subdivision. Son *School Committee* n'a que neuf *Standing Committees,* composés chacun de cinq membres. Ce sont : 1° le comité des nominations ; 2° celui des règlements ; 3° celui des traitements; 4° celui des comptes; 5° celui des livres de textes (le livre de texte est le livre dont on se sert dans les classes : en Amérique, comme en Angleterre, le professeur ne professe pas ou professe peu. L'élève lit et étudie chez lui la partie du livre indiquée ; la classe consiste en un interrogatoire mêlé d'expli-

cations sur ce texte par le professeur, de là le mot *Text Book.*); 6° celui des bâtiments d'école; 7° celui de la musique; 8° celui du dessin; 9° celui de la gymnastique et des exercices militaires.

Les députés scolaires de chaque district sont renouvelés par tiers tous les ans.

Les *Boards* ont dans leurs attributions tous les intérêts des écoles nationales. Ils nomment généralement le surintendant (*Superintendant*), correspondent avec l'État et lui fournissent les renseignements requis par la loi. Il y a de plus, dans chacun des sept districts de New-York, trois inspecteurs dont les fonctions sont très-importantes; dans chacun des vingt-deux quartiers, il y a de plus cinq *Trustees* élus par les électeurs pour cinq ans. Les *Trustees* constituent une personne civile jouissant de la propriété mobilière des écoles du quartier, dont la propriété immobilière appartient à la commune. Les *Trustees* nomment les instituteurs de leur quartier, sous réserve de confirmation par le *Board* de la ville. Ne peuvent être nommés que ceux qui sont munis de licences. Les licences sont données par le surintendant de la ville, après examen passé en présence de deux inspecteurs, désignés à cet effet par le *Board* central. La licence peut être retirée, sauf appel au surintendant de l'État. Les instituteurs sont toujours révocables par le *Board* central; le même droit appartient aux *Trustees* pour tous les agents autres que le directeur et le sous-directeur de l'école.

Ce système fait, on le voit, une large part d'ingérance à ceux qui s'occupent d'enseignement. C'est là son bon côté, qui compense largement les inconvénients qu'au premier abord semble devoir présenter ce mécanisme un peu compliqué. Nous le préférons de beaucoup à celui qui prévaut chez nous et qui, au bout de trente-huit ans, a donné les résultats que chacun connaît. La ville de Philadelphie, qui est en Amérique

la grande cité des Quakers, avait en 1864 trois cent soixante-seize écoles, douze cent soixante-dix-huit instituteurs et soixante-treize mille quatre cent quarante-trois enfants dans les écoles. Le nombre des enfants qui, dans la même année, ont fréquenté les écoles de New-York, s'élevait à deux cent huit mille, et les dépenses affectées à l'enseignement se sont élevées à plus de huit millions de francs. L'État de New-York comptait seize mille instituteurs. M. Barnard estime que le nombre des instituteurs des États-Unis s'élève à près de cinq cent mille. La grande majorité d'entre eux se compose de femmes et souvent de très-jeunes femmes. Les écoles normales sont en nombre insuffisant. Les traitements sont peu élevés, surtout dans les campagnes. L'instituteur y reçoit fréquemment le logement et la nourriture dans les fermes, comme cela se pratique dans les pays scandinaves. Il y est traité avec grande considération. L'estime dont jouissent les instituteurs est universelle.

Malgré l'infinie variété de systèmes auxquels prêtent les libertés locales et individuelles, on distingue en général trois degrés dans les écoles nationales et privées : 1° l'école primaire suivie par l'enfant de l'âge de cinq à sept ou huit ans; 2° l'école de grammaire, que les enfants fréquentent dès l'âge de sept à douze ou treize ans; 3° la *High School*, qu'ils quittent à l'âge de dix-huit ans. Le cours entier des études est donc de treize ans. Lorsque ces cours sont réunis dans la même école, ils prennent généralement le nom de classe. Des examens de passage interdisent l'accès des cours supérieurs à ceux qui ne sont pas aptes à les suivre. Généralement pour aborder la *Grammar School*, il faut savoir lire, faire avec facilité le calcul mental auquel portent les quatre règles de l'arithmétique, et énoncer clairement les sons élémentaires de la langue. On attache une grande importance à ce point de l'enseignement. Les Améri-

cains, on le sait, prononcent assez mal l'anglais. Parmi les sons enseignés, on remarque les sons nasaux, enseignement superflu, prétendent les instituteurs, attendu que les élèves y sont généralement plus forts que leurs maîtres. (Blake.)

Pour être admis dans un *High School,* il faut posséder ce que nous appelons une bonne instruction primaire. L'enseignement des *High Schools* varie de trois à six ans.

Dans certaines communes, les parents riches n'éprouvent aucune répugnance à envoyer leurs enfants à l'école publique, fréquentée par les enfants des pauvres. On y voit le fils du législateur coudoyer le fils du paysan et de l'artisan. Il n'est pas rare de voir, l'été, à New-York, sortir des écoles des centaines d'enfants n'ayant d'autres vêtements qu'une casquette, une chemise et un pantalon. Toutefois il est des parents qui, lorsque le quartier qu'ils habitent favorise ce mélange dans l'école publique, envoient leurs enfants dans une école privée (ce qui est de droit commun) ou dans une école publique d'un autre quartier, ce qu'ils ont le droit de faire, sauf à Boston, où il est interdit de recevoir dans les écoles des enfants étrangers à la circonscription. Les catholiques surtout ont une tendance marquée à préférer les écoles privées confessionnelles aux écoles officielles.

ENSEIGNEMENT SECONDAIRE INFÉRIEUR ET SUPÉRIEUR.

Quoiqu'en Europe l'enseignement se divise plus ou moins généralement en primaire, secondaire du premier ou deuxième degré, et supérieur, cette division a sa base bien plus dans les dispositions réglementaires auxquelles les établissements sont soumis que dans une gradation de la force ou de l'étendue de l'enseignement. La plupart des établissements secondaires donnent en Belgique l'enseignement primaire, et si l'on y enseigne les matières de l'enseignement moyen supérieur, on

y enseigne aussi les matières de l'enseignement moyen inférieur. L'école du peuple y est généralement l'école où les enfants de la classe ouvrière reçoivent les notions élémentaires du savoir. Les enfants des classes aisées suivent d'autres établissements et entrent, aussitôt que faire se peut, dans les sections préparatoires des écoles moyennes ou dans les classes inférieures des athénées ou des colléges. De là une tendance à abaisser le niveau de l'enseignement, penchant qu'encourage trop fréquemment le désir d'obtenir un plus grand nombre d'élèves. En Amérique, la gradation est plus rationnelle et la ligne de séparation entre l'enseignement primaire (*Primary Schools et Grammar Schools*) et l'enseignement secondaire (*High Schools*) est tranchée comme l'est chez nous la ligne de démarcation entre l'enseignement moyen et l'enseignement supérieur. Ce système a, dit-on, eu pour effet d'élever considérablement le niveau de l'enseignement primaire, à tel point que l'âge d'entrée dans les *High Schools*, qui était jadis de douze ans, a été graduellement reporté à quatorze. Des examens sévères arrêtent au passage et refoulent dans les *Grammar Schools* tous ceux qui ne sont pas de force à suivre les cours supérieurs.

Boston, Hartford, Philadelphie offrent les meilleurs types des divers systèmes qui prévalent aux États-Unis. Le cours de l'enseignement est de quatre ans ; mais comme le nombre des jeunes gens qui quittent les écoles au bout de deux ans est considérable, on s'est attaché à donner à ceux-ci un enseignement complet. Le cours de quatre ans se divise en deux sections, la section de latin correspondant à notre section des humanités, et la section d'anglais correspondant à notre section professionnelle. Dans la première, les élèves étudient l'anglais, le grec, le latin, l'arithmétique, l'algèbre ; dans la seconde, les langues mortes sont exclues, et l'enseignement,

très-littéraire toutefois, porte davantage sur les sciences et sur ce qui est d'une application plus immédiate aux besoins de la vie.

Pour les jeunes gens qui ne font que deux années d'études, on restreint l'enseignement des mathématiques; la géométrie fait place à la tenue des livres. Ailleurs la distinction entre les deux sections consiste en ce que, dans l'une, on enseigne les langues mortes; dans l'autre, le français et l'espagnol, tous autres cours étant communs. Tantôt les deux sections sont réunies dans le même établissement et sous la même direction, comme dans nos athénées. Tantôt l'établissement est consacré entièrement aux études littéraires modernes et scientifiques ou aux études classiques. Ici les sciences prévalent, ailleurs les lettres. La variété est le résultat de la liberté et de l'abstention du gouvernement dans l'enseignement moyen. A Hartford, on trouve réunis dans les mêmes cours, sous le même professeur ou la même institutrice (car les femmes servent non-seulement dans l'enseignement primaire, mais encore dans l'enseignement moyen), des jeunes gens et des jeunes filles de seize ans, groupés les uns d'un côté, les autres de l'autre côté de la salle. Ce système, réprouvé dans la vieille Europe au point d'être exclu autant que possible des écoles élémentaires, n'engendre point d'inconvénient et tend à adoucir et à polir les mœurs. Les jeunes filles en Amérique suivent fréquemment le cours d'études classiques. L'enseignement public des femmes s'y étend rapidement; il y est toujours fortement organisé. « Le haut degré de culture intellectuelle des femmes américaines, quels que soient leur rang social et l'influence qu'elles exercent en conséquence dans leur famille et dans la société, est de nature à frapper tout voyageur européen. Plus une civilisation est avancée, plus l'importance et l'influence de la femme est grande, et la position qu'occupe la

femme en Amérique permet de mesurer le haut degré de culture atteint par le peuple américain et est en même temps la base solide de sa stabilité et de son développement.

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR.

A côté et au-dessus de ces établissements d'enseignement moyen se trouvent les académies et les universités, dont l'organisation est en général calquée sur celle des institutions de ce nom en Angleterre. La fondation de ces établissements est généralement due à l'initiative privée; ils obtiennent facilement de la législature locale l'incorporation, c'est-à-dire la personnification civile et parfois des subsides.

La faculté d'amortir est toutefois limitée à un revenu déterminé; c'est ainsi que le revenu annuel de l'université de New-York ne peut dépasser la valeur de quarante mille *bushels* de froment. Dans cet état, à la différence de ce qui existe ailleurs, l'université est une corporation composée du gouverneur, du député gouverneur et de sénateurs de l'État. Les autres membres, qui portent le nom de rhéteur, sont élus par la législature. Comme l'Université de Londres, l'Université de l'État de New-York n'enseigne pas. Elle sert de lien entre une foule d'établissements qu'elle inspecte et qu'elle subsidie. Elle confère des diplômes et notamment le diplôme de docteur en médecine qui autorise le titulaire à professer dans les limites de l'État. Cette intervention de l'État dans l'enseignement supérieur est toutefois, nous le disons, une exception. Ailleurs les colléges universitaires sont des corps *sui generis* dirigés par des administrateurs que nomment généralement les dispositions testamentaires, ou entre-vifs, des fondateurs d'établissements.

La plus célèbre de ces institutions est l'Université de

Cambridge, autrement dit Harvard College. Les dons reçus par cet établissement depuis le commencement de ce siècle ne s'élèvent pas à moins d'un million de dollars. Ces dons ont généralement pour objet la fondation de chaires. L'institution comprend un département académique. C'est le collége proprement dit. On y enseigne les humanités, l'histoire, etc., et il y existe des facultés de droit, de médecine, de théologie et de sciences. Les connaissances exigées des élèves ne sont pas nécessairement celles qu'ils possèdent en sortant des écoles de latin dont nous avons parlé plus haut. Les heures de l'enseignement par semaine ne dépassent jamais le nombre de dix-huit; la leçon est plutôt un examen qu'un cours professé. Le titre de *bachelor of arts* est la récompense de celui qui réussit à l'épreuve finale. Les études de droit et de médecine sont peu approfondies; en général, du reste, les hautes études sont faibles aux États-Unis.

L'Union américaine comptait, il y a une quinzaine d'années, quatre cent quatorze étudiants en droit, répartis en douze écoles. En général, ceux qui se destinaient aux professions juridiques se formaient dans le cabinet de quelque légiste; le même système prévaut pour la profession médicale. Cependant, comme en ceci un peu plus de science ne messied pas, les écoles de médecine contenaient au delà de quatre mille cinq cents élèves. Il est vrai qu'en général aucune condition de capacité n'est imposée à celui qui veut suivre les cours. Ceux-ci sont de deux ans, à raison de quatre mois par an. Le peuple américain, qui a brillé d'un éclat sans pareil dans le domaine économique, n'a guère fourni de grands hommes dans le domaine de la pensée pure. Est-ce son génie profondément supérieur qu'il faut en accuser?

On sait qu'aux États-Unis, les professions libérales, que l'on ne peut exercer ailleurs que moyennant un diplôme scien-

tifique, sont ouvertes à tous, comme le commerce et l'industrie. On pratique à peu près impunément la médecine. Est avocat qui veut. Et les juges, fréquemment nommés par l'élection populaire, sont pris parmi les avocats.

Le peuple prussien, chez lequel l'enseignement s'élève à des hauteurs inconnues partout ailleurs, est aussi celui qui exige de l'homme qui aspire aux professions libérales les connaissances littéraires et scientifiques les plus sérieuses. L'admission, même dans certaines fonctions publiques, est subordonnée, non pas, comme ailleurs, à la seule capacité professionnelle, mais à la preuve d'un travail intellectuel, établie, non pas seulement par des examens, mais aussi par l'emploi du temps; le résultat est, comme on l'a dit, qu'un *Privat Docent* d'Allemagne, ayant à peine de quoi vivre, fait plus pour le progrès de la science que les titulaires richement dotés des colléges des États-Unis et de l'Angleterre. Le système des États-Unis avait sa raison d'être; il était en harmonie avec tous les systèmes politiques et économiques du pays. Mais puisque le système a changé, autant eût valu le faire dans l'intérêt de la science que dans l'intérêt des filateurs de coton.

L'enseignement technique est encore plus paisiblement organisé. En fait de bonnes écoles, on ne cite guère que l'école de Westpoint et l'école navale d'Annapolis, qui dans le temps était à Newport (Rhode Island). On trouve aussi des écoles industrielles.

Un travail complet sur l'organisation de l'instruction en Amérique et sur les conditions de capacités professionnelles ou scientifiques requises pour l'entrée de certaines fonctions ou professions, serait des plus intéressants. Il suppose un ensemble de documents qu'un particulier ne peut se procurer et qu'il serait du devoir de la diplomatie de signaler et du

devoir du gouvernement belge de mettre à la portée du public. Il est déplorable de voir faire tant de frais pour les hautes études jusqu'à la collation des diplômes, et d'en voir faire si peu pour maintenir le goût des études dans l'âge où elles doivent porter leurs fruits.

FREE ACADEMY DE NEW-YORK.

Age d'admission, quatorze ans. L'enseignement y dure cinq ans. Il est divisé en deux grandes sections entre lesquelles les élèves ont le choix :

La section des langues anciennes et la section des langues modernes. L'une et l'autre comprennent cinq classes, divisées chacune en deux termes.

1° La classe préparatoire ou *Introductory Class,*
2° *Freshman,*
3° *Sophomore,*
4° *Junior,*
5° *Senior.*

Dans chacune des classes il y a un enseignement commun aux deux sections et un enseignement spécial à chacune d'elles. L'enseignement commun porte sur la littérature, les mathématiques, les sciences naturelles, le dessin, la navigation, l'économie politique. L'enseignement spécial porte, dans la section des langues anciennes, sur le latin et le grec, et, dans la section des langues modernes, sur le français, l'espagnol et l'allemand.

Dans l'*Introductory Class,* 1er terme, un tiers du temps des leçons données par semaine est consacré dans les deux sections à l'anglais, à l'introduction aux sciences naturelles et à la physique; un tiers au français dans la section moderne; un tiers au latin dans la section classique.

Dans la même classe, 2e terme, un quart à peu près du temps est consacré à l'introduction aux sciences naturelles et aux éléments de la chimie; un quart au dessin linéaire à main levée; un quart à la géométrie; un quart au français, dans la section moderne, et un quart au latin, dans la section classique.

Dans *Freshman Class,* 1er terme, un quart environ à la géométrie descriptive et au dessin; un quart à la trigonométrie, plane et sphérique, et à la navigation; un quart à l'histoire ancienne, la rhétorique, la philosophie morale, l'étymologie et la philosophie de la langue anglaise. Enfin un quart, suivant la section, au français et à l'espagnol, ou au latin et au grec.

Dans *Freshman Class,* 2e terme :

Un quart à la géométrie analytique, un quart à peu près au dessin et aux sciences naturelles, un quart à l'histoire ancienne et du moyen âge et à la rhétorique, un quart enfin, suivant les sections, au français et à l'espagnol ou au latin et au grec.

Dans *Sophomore Class,* 1er terme :

Le calcul différentiel, le dessin linéaire, le dessin d'ornement, la physique, l'histoire moderne, l'histoire et les sources de la littérature anglaise, les synonymes anglais, l'économie politique, prennent les trois quarts du temps. Les langues modernes ou anciennes, le quart restant.

Dans le second terme de *Sophomore Class,* les proportions restent les mêmes. Nous remarquons seulement que la philosophie prend un quart du temps et que la même importance est toujours donnée au dessin.

Dans le premier terme de *Junior Class,* nous remarquons que la mécanique prend un quart du temps et qu'on enseigne la géologie et la physique; de plus, que, dans la section des langues modernes, l'allemand prend la place du français.

A partir du deuxième terme de la *Junior Class*, un changement notable se produit dans le temps attribué aux matières d'enseignement. Le latin et le grec, au lieu de cinq leçons, soit environ sept et demie heures par semaine, n'occupent plus que deux leçons, soit trois heures. Dans la section moderne, l'enseignement de l'espagnol cesse, et le temps qui reste libre dans les deux sections est consacré à la littérature anglaise, à la religion naturelle et révélée, à la chimie inorganique, à l'acoustique et à l'optique, à l'astronomie et à la rhétorique.

Dans le premier terme de *Senior Class*, ce mouvement s'accentue. Le latin et le grec n'occupent plus qu'une classe. L'élève de la section classique consacre quatre leçons, soit six heures par semaine, aux langues modernes, à son choix. Dans la section moderne, l'importance donnée à l'allemand augmente. On remarque au programme l'enseignement du génie civil et militaire et l'enseignement du droit civil et politique (*law and politics*.)

La répartition est à peu près la même dans le second terme.

Les élèves qui ont suivi le cours entier des langues classiques peuvent obtenir le grade de bachelier ès-arts; ceux qui ont suivi le cours entier de langues modernes sont aptes à recevoir celui de bachelier ès-sciences. Celui qui depuis trois ans est gradué bachelier ès-arts peut obtenir le diplôme de maître ès-arts et sous les mêmes conditions, le bachelier ès-sciences peut obtenir celui du maître ès-sciences. Ces diplômes sont conférés par le *board of education* de la ville sur la recommandation de la faculté (les professeurs dont l'élève a suivi les cours.) La recommandation ne se donne, pour le grade de bachelier, que si l'élève a suivi avec fruit les deux *Senior Class* et s'il a passé un examen; pour le grade de maître, que si le bachelier a prouvé que, dans les trois ans d'école, il s'est attaché à une étude littéraire et scientifique. On sait qu'il existe

en Prusse un système analogue qui a pour but d'empêcher les jeunes gens qui ont fait des études moyennes ou supérieures de s'absorber dans le même détail abêtissant de leurs fonctions ou professions. Seulement le but que l'on cherche à atteindre en Amérique par l'appât d'un diplôme honorifique, la Prusse le poursuit par des moyens plus énergiques dont nous parlerons plus loin.

COLLÉGES COMMERCIAUX.

Les établissements dont nous avons parlé jusqu'ici sont des établissements d'enseignement général. Les programmes des sections de langues anciennes et de langues modernes sont, sauf en ces deux points, les mêmes. Aucun d'eux ne formant l'élève pour une profession déterminée, il était impossible que la nécessité d'un enseignement plus spécial aux affaires commerciales ne se fît pas sentir en Amérique. Deux hommes d'initiative et d'énergie ont entrepris de satisfaire à ce besoin, et ils l'ont fait avec une largeur d'idées et un succès qui font de leurs œuvres l'une des choses les plus remarquables que les États-Unis puissent offrir à l'étude des Européens. Les créateurs du système sont MM. Bryant et Straiton. Leur but a été de fournir aux jeunes gens, ayant reçu l'instruction générale des *Common Schools,* les notions indispensables aux affaires commerciales. Les ennuyeuses années d'apprentissage qui, sous le vieux système, étaient considérées comme l'unique moyen d'arriver à une position lucrative, sont condensées en quelques mois d'une étude agréable pendant lesquels l'esprit est formé non-seulement à l'intelligence du menu détail des affaires, mais encore à celle des grands principes qui président à l'économie de la vie et sans lesquels aucune instruction commerciale ne peut être considérée comme achevée. Le

nombre d'établissements fondés par MM. Bruyant et Stratton dans les principales villes de la République et du Canada, s'élève à trente en 1865. Chaque année, quatre ou cinq institutions sont fondées ou rattachées au système. Leur union porte le nom de Chaîne internationale de Colléges commerciaux, *International Chain of commercial Colleges.* On y enseigne le droit commercial pratique, la tenue des livres, la banque, le maniement du télégraphe, la sténographie et en général toutes les opérations commerciales. Toutes les affaires du commerce s'y accomplissent d'une manière fictive. Tous les incidents qui peuvent affecter une maison commerciale s'y produisent : les hausses, les baisses des marchandises, des valeurs industrielles, des fonds publics et du change. Il n'est pas jusque la faillite, avec sa liquidation plus ou moins compliquée, qui ne s'y produise.

L'élève engage des opérations commerciales fictives avec un élève d'un des établissements de la chaîne; il a ses livres et son banquier dans l'école. Aucune limite n'est fixée à l'enseignement, dont la durée varie suivant le plus ou moins d'intelligence du jeune homme et suivant l'instruction qu'il a reçue antérieurement. Trois mois suffisent en général à l'enseignement. On cite l'exemple d'un jeune homme formé en moins de onze jours. « Avant peu, vous entendrez parler de nous en Angleterre, » disait M. Stratton à M. Fraser. Le nombre des élèves des trente colléges s'élevait à trois mille. L'État de New-York possède un établissement de ce genre à Poughkeepsie, où souvent deux mille jeunes gens se trouvent réunis. Nous avons quelque chose d'analogue dans l'institut supérieur de commerce, à Anvers; mais c'est là une exception; que l'on crée dans chacun de nos athénées une section d'enseignement commercial à parfaire en quelques mois, et les plaintes légitimes que les parents élèvent contre l'enseignement littéraire

et surtout l'enseignement classique, tomberont. Que d'intelligences sont restées stériles! Que de jeunes gens ont végété toute leur vie, que de capitaux se sont perdus, faute de ces notions d'autant plus indispensables qu'il n'est pas de nos jours un homme aisé qui, directement ou indirectement, ne soit intéressé comme directeur, administrateur ou simple actionnaire, dans les entreprises financières, commerciales ou industrielles.

UNIVERSITÉS.

Les neuf dixièmes des universités sont des établissements confessionnels, créés par l'industrie privée et soumis à l'influence religieuse d'une secte.— L'Illinois, l'Ohio, le Kansas, l'Iowa, le Michigan, ont des universités d'État fondées sur les mêmes principes que les *Common Schools*, c'est-à-dire sur le principe de la sécularisation. Les cours sont faits de façon à ne blesser la conscience religieuse de personne. Les établissements les mieux connus sont ceux de Harvard dans le Massachusetts et de Yale à Newhaven, dans le Connecticut; ils subissent l'influence de sectes religieuses; cependant les établissements sont ouverts à tous. Le premier appartient à la confession quakerienne, le second à celle des congréganistes.

UNIVERSITÉ D'HARVARD.

L'université d'Harvard est située à trois milles de Boston, dont elle est séparée par un bras de mer. Son origine remonte à 1636. Elle doit son nom à son premier bienfaiteur, un clergyman anglais, John Harvard. L'institution jouit de la personnification civile. Les dons qu'elle a reçus dans la première moitié de ce siècle s'élèvent à près d'un million de dollars. Parmi ces dons, nous citerons celui fait en 1847 par M. Abbot

Lawrence à la faculté des sciences appliquées et s'élevant à cinquante mille dollars, et celui de M. Philips, fait à l'observatoire de l'université en 1848 et qui atteignait le chiffre de cent mille dollars. La corporation, qui porte le nom légal de « le président et les membres (*fellows*) du collége d'Harvard, » comprend le président de l'Université, cinq membres et un trésorier. La corporation se renouvelle indéfiniment par son propre choix, c'est-à-dire qu'en cas de vacature, les membres restants pourvoient à la place vacante. Elle administre la propriété de l'Université, sauf celle du muséum de zoologie, corporation qui constitue une main-morte à part. Elle confère les grades sur la proposition des facultés. Les inspecteurs, *Overseers,* sont au nombre de trente-sept. Les uns le sont de droit, en vertu de leurs fonctions dans l'État ; tels sont le gouverneur de l'État, le lieutenant gouverneur, le président du Sénat, celui de la Chambre des représentants, le secrétaire du *board of education,* etc. ; les autres, au nombre de trente, sont nommés par la législature. La mission des *Overseers* est toute de contrôle. Ils ne peuvent rien ordonner ; mais ils ont le droit d'empêcher la mise à exécution des décisions de la corporation, et ils reçoivent les comptes.

L'université comprend une académie et quatre facultés. L'académie donne l'enseignement classique comme les *High Schools ;* elle prépare aux facultés.

Les classes sont au nombre de quatre, correspondant aux noms de *Freshman, Sophomore, Junior* et *Senior*. Pour être être admis dans *Freshman Class*, les élèves doivent pouvoir expliquer Virgile en entier, les commentaires de César, les discours choisis de Cicéron, savoir la grammaire et la prosodie latine, et écrire correctement le latin. Ils doivent, de plus, être à même d'expliquer le grec, en savoir la grammaire et la prosodie, connaître l'arithmétique et l'algèbre jusques et y

compris les équations du premier degré, posséder les éléments de la géométrie, l'histoire ancienne et la géographie. Le cours des études est de quatre ans, divisé en deux termes de vingt semaines chacun, et deux termes intermédiaires de six semaines chacun. La chimie, la physique, l'histoire naturelle et le français sont enseignés dès la *Sophomore Class*. L'allemand, l'espagnol et le grec moderne, dès la *Junior*. L'économie politique, la constitution des États-Unis, l'histoire constitutionnelle d'Angleterre, la philosophie, la géologie, l'anatomie, la mécanique analytique, dans la *Senior*, le tout indépendamment des matières qu'on trouve généralement dans le cours des études classiques. Les auteurs expliqués sont, pour l'espagnol : *de Sales*, les *Fables d'Yriarte*, le *Don Quichotte*, *Gil-Blas* et les *Œuvres de Calderon;* pour l'italien, le *Nicolo de Lapi* et le *Dante*. Pour l'histoire de France, on se sert, entre autres ouvrages, du livre de M. de Tocqueville.

FACULTÉS.

Les cours de la faculté de théologie sont de trois ans, de quarante semaines chacun. Ceux de la faculté de droit sont de deux ans. Aucun examen ni aucune preuve d'études préalables n'est exigé de ceux qui aspirent à les suivre. Ils doivent seulement être âgés de dix-neuf ans et prouver leur moralité.

La faculté a deux sections :

L'une pour les élèves qui se destinent au barreau; ils étudient la *common law* et la *law of equity*, le droit maritime (*admiralty*), le droit commercial, international et constitutionnel, ainsi que la jurisprudence des États-Unis;

L'autre section, destinée à ceux qui aspirent aux professions commerciales, ne s'occupe que de droit commercial. Dans l'une et l'autre, les élèves peuvent s'attacher à telle branche

déterminée du droit. Toutes les semaines, une conférence est tenue sous la présidence d'un professeur, quatre élèves y discutent une question controversée que tranche le président. Les élèves se réunissent, de plus, en de nombreux clubs où ils se forment à la parole, en discutant telle question qu'ils jugent convenable. Le diplôme de bachelier en droit est conféré par la corporation, sur la proposition de la faculté de droit. L'élève qui a passé un an à l'établissement peut l'obtenir, si toutefois il justifie qu'avant de suivre les cours de la faculté, il s'était suffisamment préparé ailleurs. Le titre de docteur en droit est généralement, en Amérique, un titre purement honorifique.

On le voit, l'enseignement du droit est exclusivement pratique. Il forme des hommes de loi, il ne forme pas de jurisconsultes.

L'enseignement de la médecine dure deux ans. Le côté pratique y domine. Pour obtenir le titre de docteur en médecine que confère la corporation, le candidat doit prouver qu'il est majeur de 21 ans, qu'il a suivi deux cours de la faculté de médecine ou deux autres facultés de l'université ; qu'il sait le latin et la philosophie expérimentale, si toutefois il n'a reçu ce qu'en Amérique on appelle une éducation universitaire. Il doit, un mois avant l'examen, transmettre au doyen de la faculté dont il sollicite le bonnet, une thèse sur un sujet de médecine; enfin il doit prouver, que trois ans durant, il a travaillé sous la direction d'un praticien. Ces preuves faites, il est reçu à l'examen, qui porte sur ce qu'un bon médecin est censé savoir. Dans nos pays, les médecins sont généralement des hommes de science. On sait qu'en Amérique, s'il est des médecins savants, et il y en a beaucoup, ce n'est pas tout à fait à l'université qu'ils le deviennent. Pour être admis à la faculté des sciences, il faut avoir reçu une bonne instruction anglaise

et être âgé de 18 ans. L'enseignement porte sur les sciences physiques, naturelles et mathématiques.

UNIVERSITÉ DE YALE.

Yale College ou University est situé à Newhaven (Connecticut), une des plus jolies villes des États-Unis, où il y a tant d'arbres, qu'on l'a appelée la ville des Ormes.

L'université d'Yale est à Herward ce que, en Angleterre, Cambridge est à Oxford. Sa fondation date de 1700. Comme sa rivale, elle jouit de la personnification civile, mais elle se trouve être moins richement dotée et a moins d'élèves.

La corporation se compose d'un président et de dix membres du clergé, du gouverneur, du lieutenant gouverneur et des six plus anciens sénateurs de l'État. A la différence de ce qui existe à Harvard, où l'administration et le contrôle sont distincts, à Yale ils sont confondus et les liens qui rattachent cet établissement à l'État sont plus étroits. Yale possède, comme Harvard, les facultés de théologie, de droit et de médecine; le *department of philosophy and the arts,* qui est la quatrième faculté, comprend deux sections : la section des sciences, correspondant dans une certaine mesure à la *scientific school* de Harvard, et la section des lettres où l'on enseigne la philosophie pure, les sciences sociales, la littérature, les mathématiques et l'astronomie. Les diplômes ressortissant à cette faculté sont ceux de bachelier et de docteur en philosophie. On sait qu'en Angleterre et aux États-Unis, l'ensemble des sciences naturelles est généralement désigné sous le nom de philosophie naturelle, par opposition à la philosophie proprement dite, qui porte le nom d'*intellectual* ou *mental philosophy.*

Indépendamment de ces deux établissements, il existe en Amérique une foule d'écoles spéciales de droit, de médecine, de théologie et de génie civil. Généralement les jeunes gens qui se destinent à ce que nous appelons les professions savantes, se forment chez un praticien. L'enseignement supérieur est donc faible, ce qui ne veut pas dire que l'Amérique n'ait des hommes d'un très-grand mérite. Mais la politique les met peu en relief. La démocratie américaine, très-favorable à la *common school instruction,* est peu sensible au mérite intellectuel pur. Ce n'est pas au congrès ni dans la législature des États qu'il faut chercher les hommes de sciences et les hommes de lettres. Il est même sérieusement question d'enlever à la législature du Massachusets la faculté de nommer les membres du bureau des *Overseers* d'Harvard, et d'en laisser la nomination aux gradués de l'université. Les législateurs de l'État seraient, dit-on, des gens fort peu en état de contrôler un enseignement qui est pour eux une chose complétement inconnue. C'est une tendance fâcheuse et dont, il faut l'espérer, la durée sera courte.

Sous peine de déchéance, le règne de la médiocrité populaire ne saurait être qu'éphémère.

ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT EN ALLEMAGNE ET DANS LES PAYS SCANDINAVES.

Le peuple allemand est, dit-on, dans sa généralité, le peuple le plus instruit de l'Europe. C'est là que depuis un demi-siècle sont nées la plupart des grandes réformes en fait d'enseignement. Ses universités, ses gymnases, ses écoles professionnelles, *Realschulen,* ses écoles primaires, *Bürgerschulen,* ses

écoles industrielles, *Gewerbeschulen,* toute son organisation scolaire en un mot, mérite le plus sérieux examen. La pédagogie, dont le nom effraie ailleurs, est devenue une science populaire dans ce pays, et par cela même une science essentiellement progressive. C'est là qu'ont été créées, paraît-il, les premières écoles normales. C'est là qu'on a trouvé ou vulgarisé la méthode maternelle, et mis au rebut ces méthodes par lesquelles on a eu, pendant des siècles, la barbarie d'expliquer aux enfants des choses concrètes et simples, à l'aide de mots abstraits et inintelligibles. « Qu'on se garde d'accabler l'esprit des enfants de ces définitions métaphysiques, de ces règles abstraites, de ces analyses prétendues grammaticales, qui sont pour eux des hiéroglyphes indéchiffrables, ou de rebutants exercices. » (Rouland, ministre de l'instruction publique de France.) Molière avait signalé ce défaut comme bien d'autres.

BÉLISE.

De pas, mis avec rien, tu fais la récidive
Et c'est, comme on l'a dit, trop d'une négative.

. . . .

Je n'est qu'un singulier, aucun est un pluriel.
Veux-tu toute ta vie offenser la grammaire.

MARTINE.

Qui pense d'offenser grand'père, ni grand'mère?

Quant au développement de l'instruction primaire, on cite ce fait, qui vaut tout un livre d'explication et d'arguments, qu'un colonel d'un des petits États, ayant trouvé dans son régiment quatre hommes illettrés, crut devoir faire faire une enquête à leur domicile, pour savoir quelles étaient les causes extraordinaires qui auraient empêché ces hommes d'aller à l'école, ou du moins d'en suivre les cours avec fruit. L'école primaire allemande a gardé la profonde empreinte de son origine religieuse. Les réformes célèbres, accomplies dans le

Grand-Duché de Bade, n'ont point sécularisé l'école. La loi qui a valu à ses auteurs et à ses coopérateurs l'excommunication et l'anathème est une loi fort analogue à notre loi de 1842. Seulement le clergé avait seul, autrefois, la direction de l'école, et l'enseignement du catéchisme était à peu près tout l'enseignement primaire, tandis qu'aujourd'hui le catéchisme n'est plus enseigné que deux ou trois heures par semaine, et le clergé est tenu de partager la direction de l'école avec l'autorité civile. Et voilà pourquoi le Grand-Duché de Bade, et l'Autriche, qui suit ses mauvais exemples, sont, comme la Belgique, sur la voie de la perversion.

La tendance à la sécularisation de l'enseignement est générale non-seulement en Allemagne, mais partout. Elle est une des premières conséquences de ces aspirations démocratiques qui sont un des signes caractéristiques de notre temps. Le premier article de foi d'un programme vraiment démocratique semble devoir être, en effet, l'abolition des priviléges et la réalisation radicale des principes de la séparation de l'Église et de l'État, en soustrayant l'enseignement officiel, que chacun paye, non pas à l'atmosphère morale, mais à l'atmosphère religieuse dogmatique.

Il est, en effet, antidémocratique de forcer un père de famille à priver son enfant d'instruction, ou à l'envoyer à une école dont tous les cours sont empreints de dogmes d'une religion qui n'est pas la sienne. Le second article de foi de ce programme devrait être, semble-t-il, de soustraire le dissident au payement de l'impôt en faveur d'un culte qu'il ne professe pas. C'est depuis fort longtemps l'opinion du catholicisme irlandais. C'est l'opinion de M. Gladstone, au moins sur les rapports de l'Église et de l'État en Irlande. Depuis que la démocratie pénètre de toutes parts l'aristocratique Angleterre, cette pensée se fait jour, en attendant que le mouvement se propage

et batte en brèche tout l'établissement de l'Église épiscopale d'Angleterre. Quand on fait de la démocratie, il faut la bien faire et en accepter d'avance toutes les conséquences, ou ne pas y toucher.

PRUSSE.

La Prusse est à la tête des États protestants de l'Allemagne; l'Autriche entraîne dans son giron les États catholiques. L'organisation des écoles prussiennes est célèbre. La Prusse a la réputation d'être un pays de centralisation, d'administration et surtout de bureaucratie, et cependant ce pays n'a pas de véritable loi organique de l'enseignement primaire. Le projet de loi dont on vient de saisir la Chambre des seigneurs laisse encore beaucoup à désirer sur ce point. L'édit de 1740, le règlement célèbre de 1763, l'Algemeine Landrecht de 1794, l'instruction du 23 octobre 1817, les décisions royales du 14 mai 1825, la constitution du 31 janvier 1850, paraissent renfermer les dispositions générales qui règlent la question. Au fur et à mesure que la monarchie prussienne s'est agrandie, ou par droit de conquête ou par droit d'héritage, ces dispositions ont été étendues aux nouvelles provinces. Pour le reste, les écoles sont soumises à des règlements provinciaux et à de vieilles coutumes qui nous transportent, parfois, en plein moyen âge.

Les pères de famille *(Hausväter)*, ou plutôt les personnes *sui juris*, d'une circonscription donnée, généralement celle de la commune politique et administrative, sont réunis en communautés scolaires *(Schulgemeinde* ou *Schulsocietät)*. Chaque membre de la communauté subit une taxe spécialement affectée à l'entretien de l'instituteur et du matériel de l'école. Cette taxe est aussi fréquemment confondue dans les taxes géné-

rales de la commune politique. Elle est due, que le communiste ait ou n'ait pas d'enfants à l'école.

Les écoles sont administrées par des comités qui, dans les communautés rurales, s'appellent *Schulvorstaende,* et dans les villes, *Schuldeputatien*. D'après le rescrit de 1812, le comité des communautés rurales comprend : 1° le patron scolaire, qui est généralement le seigneur foncier dans le pays où subsiste encore la juridiction seigneuriale; 2° le pasteur ; 3° quelques pères de famille, auxquels s'adjoint, en certains cas, 4° le bourgmestre. Le patron a le contrôle de la gestion financière de l'école ; il fournit les matériaux pour l'entretien et la reconstruction des bâtiments. S'il ne nomme pas l'instituteur, il a la plus grande influence sur sa nomination, puisqu'il a le droit de présentation, en cas de vacature. Dans les villes, le patronat appartient généralement au conseil communal. Dans le Brandebourg, il constitue une des prérogatives de la royauté. Dans les provinces rhénanes, où la révolution a brisé les institutions de l'ancien régime, il relève de la commune politique.

L'autorité administrative immédiatement supérieure au comité local est une section du conseil de régence ou *Regierungs-Bezirk,* et qui porte le nom de *Kirchen und Schul Commission*. Les conseillers *(Schulraethe),* généralement choisis par l'autorité centrale dans le corps enseignant, nomment les instituteurs aux places dont le prince a le patronat, et confirment les nominations faites par les communes ou les personnes privées, lorsque celles-ci ont le droit de présentation. Ils veillent au maintien des règlements, examinent les instituteurs, etc... Enfin, dans chacune des huit provinces de la monarchie, telle qu'elle se trouvait constituée avant les annexions de 1866, la direction du cercle appartient au *Provincial Schulkollegium,* section détachée du consistoire pro-

vincial, et qui exerce les prérogatives d'un véritable conseil de l'enseignement. Il prépare les règlements provinciaux pour les écoles, veille à l'exécution des lois et des arrêtés, adopte les livres, etc... Il est dirigé par un *Ober President* (Gouverneur), à côté duquel vient se placer un ministre du culte (*General Surintendant*), qui exerce les fonctions de vice-président et qui est chargé de l'inspection générale des écoles de la province. Ses subordonnés sont, dans chaque diocèse, les surintendants ecclésiastiques. Il visite avec chacun d'eux les écoles des régences. Enfin, dans chaque paroisse, l'inspection est faite par les pasteurs (*Ortsschulinspector*, *Schulrevisor*); ce sont eux qui font le rapport annuel sur les écoles de leur ressort.

La haute direction de l'enseignement populaire dans toute la monarchie, après avoir appartenu au consistoire, est aujourd'hui entre les mains du Ministre de l'Intérieur et forme une sous-direction de son département. Le droit de législation relève de l'action combinée des Chambres et du Roi.

Ainsi, à la base, dans chaque commune, une communauté composée de pères de famille, et un comité exécutif, parfois organisé d'une façon toute féodale. Tel est le premier degré. Dans chaque arrondissement, un conseil dit : commission d'église et d'école. Dans chaque province, un collége, provincial des écoles. Dans le royaume, le Ministre, le Roi et le pouvoir législatif. Telle est la hiérarchie de la direction. Dans chaque paroisse, un inspecteur qui est le pasteur; dans chaque diocèse, un surintendant diocésain, et dans chaque province, un surintendant général ecclésiastique ; au-dessus du surintendant général, le Ministre et le Roi qui, dans les pays protestants, où l'église n'a pas pris la forme républicaine et démocratique, est généralement le chef du culte. Telle est la hiérarchie de l'inspection. Les inspecteurs, quoique ecclésiastiques, sont subordonnés à l'État; ce sont de véritables fonctionnaires,

apportant à leur tâche quelque chose de plus dévoué que les simples fonctionnaires, et qui ne cessent de concourir à l'œuvre de l'école officielle, par l'influence qu'ils exercent sur les populations. Leur autorité est parfois exorbitante : « Le pasteur est partout, en sa qualité d'inspecteur local, la première autorité de l'instituteur, tant en matière scolaire qu'en matière ecclésiastique. L'instituteur doit en toutes les choses de sa profession une obéissance stricte au pasteur. » Telle est la manière dont le Conseil de régence de Mersebourg réglait, en 1822, les rapports du ministre du culte avec l'instituteur. Vers 1848, se manifesta une tendance marquée à séculariser l'école et à en faire une institution de l'État. On connaît à cet égard les débats du parlement de Berlin et du parlement de Francfort.

On les verra probablement renaître à l'occasion du projet en ce moment soumis à la Chambre des seigneurs. C'est, comme nous le verrons plus loin, une tendance à peu près générale. On la retrouve dans toute l'Allemagne, en Angleterre, en Écosse et en Irlande.

Parmi les principes communs à toute la monarchie prussienne, nous trouvons la sanction légale de l'obligation morale que contracte le père, par le mariage et le baptême, d'instruire ses enfants ou de les envoyer à l'école. L'instruction obligatoire s'étend de la septième à la quinzième année. Si le père ne prouve pas qu'il donne une instruction suffisante à son enfant, et cette preuve s'établit par des examens, il faut qu'il l'envoie à l'école. L'instituteur a la liste exacte de tous les enfants soumis à l'obligation dans la circonscription territoriale de son école. Si l'un d'eux fait défaut, le *Schulbote* (messager d'école), et non pas un gendarme ou un garde champêtre, se rend chez les parents, s'enquiert des motifs de l'absence, les gourmande de leur négligence et emmène

l'enfant. En cas de récidive, on recourt à une légère amende, qui suffit pour vaincre une résistance, du reste toujours hautement désapprouvée par les amis et les voisins. C'est une police toute paternelle. Des Allemands ne pensent pas qu'il soit plus extraordinaire d'enlever un enfant à sa famille, quelques heures par jour pour l'instruire, que de l'enlever plus tard pour se faire mutiler ou tuer sur quelque champ de bataille. Ils estiment, avec lord Macaulay, que celui qui a le droit de pendre a le droit d'instruire, et sont d'avis que l'autorité paternelle existe dans l'intérêt de l'enfant et non dans l'intérêt des préjugés, de l'ignorance ou de la cupidité du père de famille.

Loi sur le travail industriel des enfants. — La loi sur le travail industriel des enfants facilite, du reste, singulièrement la tâche de l'autorité. L'enfant qui n'a pas reçu au moins pendant trois ans une instruction régulière, ou qui ne peut justifier, par un certificat du comité scolaire, qu'il sait couramment lire et un peu écrire, ne peut être employé dans une manufacture avant l'âge de seize ans révolus, excepté dans le cas où le maître de l'établissement y aura établi une école reconnue suffisante par la régence, qui est chargée d'approuver la répartition des heures d'enseignement. Aucun enfant de moins de douze ans ne peut être employé dans une fabrique. Jusqu'à l'âge de quatorze ans, la durée du travail industriel est limitée à six heures par jour, coupées, le matin et l'après-midi, par un repos d'une demi-heure. Trois heures par jour doivent être consacrées à l'instruction. La durée effective du travail matériel et intellectuel est donc limitée à neuf heures par jour, et l'enfant peut consacrer plusieurs heures aux exercices du corps, à la promenade, aux jeux de son âge, ce qui ne constitue pas la partie la moins importante de l'éducation morale, intellectuelle et physique de la jeunesse. Le chef

d'industrie est tenu de se faire remettre un livret indiquant l'âge de l'enfant, de donner avis à la police des enfants mineurs de seize ans qu'il emploie et d'en indiquer tous les six mois le nombre. Les contraventions sont punies d'une amende de un à cinquante thalers et de la suspension temporaire du droit d'employer des enfants. Des inspecteurs veillent à l'exécution de ces mesures.

ÉCOLE DE PERFECTIONNEMENT.

Ces écoles ont pour but de compléter l'instruction de ceux qui, arrivés à l'âge de la libération, n'ont pas assez de fortune pour donner exclusivement leur temps à une instruction plus étendue, et qui sont obligés de s'adonner dès l'âge de quinze ans à une profession lucrative. C'est ce que devraient être nos cours d'adultes, du soir et du dimanche, et ce qu'ils seront lorsque l'instruction primaire sera donnée là où elle doit l'être, c'est-à-dire dans l'école primaire, et à l'âge auquel elle doit être donnée, c'est-à-dire de sept à quinze ans. Les cours de perfectionnement se font le dimanche et les jours de la semaine, le matin et le soir. On y enseigne :

Lettres. — La langue allemande, le français et l'anglais, l'histoire et la géographie.

Sciences. — Le calcul, la géométrie, la tenue des livres, des notions de physique, de chimie et de mécanique ; des notions sur le commerce, l'industrie et la technologie.

Exercices. — L'écriture et le dessin appliqué aux diverses professions.

Les élèves ne sont admis que s'ils ont une instruction élémentaire suffisante. C'est à la rigueur avec laquelle la Prusse exclut des classes ceux qui ne sont pas de force à les suivre, qu'elle doit l'élévation du niveau de son enseignement à tous les degrés.

ÉCOLES INDUSTRIELLES (GEWERBESCHULEN).

« Le but habituel de ces écoles est de former des employés pour le commerce, des maîtres et des contre-maîtres pour l'industrie, et de préparer des candidats pour les instituts polytechniques. » Ces établissements, nés sous l'impulsion des besoins du commerce et de l'industrie, furent organisés en 1850 et relèvent des provinces. Pour être reçu aux cours, il faut être âgé au moins de quatorze ans. Les lettres en sont complétement exclues. Les cours portent sur les sciences mathématiques et naturelles; les exercices, sur le dessin à main levée, le modelage et le dessin linéaire. L'enseignement est de 35 à 36 heures par semaine. Chaque année ont lieu des examens, que peuvent du reste aussi subir les jeunes gens qui ont étudié ailleurs. Le but de ces épreuves est : 1° de vérifier si les élèves ont le degré d'instruction nécessaire pour suivre utilement la carrière industrielle; 2° de diriger les élèves dans le choix de telle ou telle branche de l'industrie; 3° de mettre les élèves qui ont avantageusement satisfait aux examens, à même d'entrer dans le *Gewerbe Institut* de Berlin.

A la suite de ces examens, le candidat obtient un certificat constatant d'une manière générale sa maturité ou sa non-maturité, et, de plus, sa force sur chacune des branches de l'enseignement, de telle sorte que, heureux ou malheureux à l'examen, il peut faire constater ses connaissances, s'il en possède, et les études spéciales qu'il a faites. Le nombre des écoles industrielles provinciales est de 25. Les provinces rhénanes en comptent sept, la Westphalie cinq, soit ensemble près de la moitié de tout le Royaume. Le nombre des élèves pour les deux classes est au delà de mille. Quelques écoles ont des sections préparatoires, mais ceci est une exception; ces sections pour les 25 écoles ne comptent pas 300 élèves.

ENSEIGNEMENT MOYEN.

D'après le nouveau projet de loi, récemment soumis à la Chambre des Seigneurs, tout enfant doit recevoir, à partir de sa sixième année jusqu'à sa quatorzième année accomplie, c'est-à-dire jusqu'à l'âge où il reçoit la confirmation, une instruction régulière dans la religion et dans les connaissances et procédés nécessaires à la vie civile. Cette obligation, portant sur un aussi grand nombre d'années, existe depuis longtemps en Prusse. L'instruction qu'un enfant peut recevoir, de sept à quinze ans, n'est plus seulement l'instruction élémentaire, mais bien l'instruction primaire supérieure.

Les enfants du peuple n'apprennent donc pas seulement à lire, à écrire et à compter, ce qu'ils savent généralement en deux ans, l'instruction qu'ils reçoivent est beaucoup plus étendue : si les bons instituteurs ne faisaient défaut, elle égalerait en intensité, sinon en variété, celle que l'on donne dans nos écoles moyennes, c'est-à-dire, à peu de chose près, l'instruction que reçoivent les enfants de la petite bourgeoisie. Ces derniers passent à l'âge de dix ans dans les écoles moyennes appelées parfois jadis, *Mittelschulen* et aujourd'hui connues sous le nom de Bürgerschulen, ou bien dans les *Höhere Bürgerschulen* et les *Realschulen*. Ce sont les écoles de la bourgeoisie, par opposition aux écoles du peuple ou *Volksschulen*. Les élèves en sortent vers l'âge de quinze à seize ans. Les Höhere Bürgerschulen et les Realschulen de premier et second ordre sont, autant qu'il est possible d'établir des comparaisons en ces matières, aux Bürgerschulen et aux Volksschulen, ce que les sections professionnelles de nos athénées sont aux écoles moyennes et aux écoles primaires. Ce qui distingue les Höhere Bürgerschulen des Realschulen, et les Realschulen de premier

ordre de celles de second ordre, c'est que les premières ont un enseignement plus complet que les dernières.

Ces écoles, qui remontent au siècle dernier, mais qui n'ont reçu tout leur développement que depuis 1830, ont pour base l'étude des lettres modernes et des sciences. Elles avaient à l'origine une direction plus technique; mais les résultats de ce système furent peu favorables, et l'enseignement des lettres y a repris le dessus. Aux écoles réelles sont annexés des cours de latin, et l'élève, dans le cours entier des études, consacre à cette langue à peu près la moitié du temps que l'on y donne dans les *Gymnases* (écoles latines). Créés primitivement en faveur des jeunes gens qui se destinaient aux classes supérieures des gymnases, ces cours sont, depuis 1860, devenus obligatoires. Plusieurs Realschulen ont, en conséquence, pris le nom de Realgymnasien. Cette innovation est, dit-on, critiquée.

Les élèves ne savent, dit-on, pas le latin, et perdent, à une étude stérile, un temps qu'ils pourraient plus utilement consacrer à approfondir ce qui fait le véritable enseignement des écoles réelles : les langues vivantes et les sciences. Ce point est à vérifier. L'école réelle est souvent un établissement complet d'instruction, en ce sens que l'on y donne à la fois l'enseignement primaire, l'enseignement moyen du degré inférieur et l'enseignement moyen du degré supérieur. L'enfant peut y être admis dès l'âge de sept ans, s'il sait lire, écrire et compter. Après avoir fait deux années d'études élémentaires, il suit les cours de l'école réelle proprement dite, qui durent neuf ans et le conduisent jusqu'à la 17e ou la 18e année. Nous parlons d'une école réelle complète, dans laquelle les cours de la seconde et de la première classe durent chacun deux ans. Mais la plupart des jeunes gens se retirent après avoir suivi quelques-unes des classes inférieures; peu vont au delà. La quinzième année accomplie est sous ce rapport, en Allemagne comme ailleurs,

un âge presque fatal. Dans la répartition des matières d'enseignement, on a à tenir compte de ces tendances, ou plutôt de ces besoins des populations.

Le programme de l'enseignement, jusques et y compris la troisième, est assez complet pour permettre aux jeunes gens de passer de l'école réelle dans la vie réelle et d'aborder immédiatement les carrières, soit de l'industrie, soit du commerce. L'enseignement littéraire et scientifique s'élève considérablement dans les hautes classes. Le nombre des jeunes gens qui les abordent est, nous l'avons dit, peu considérable. Le Gouvernement cherche à les y attirer et à les y retenir par la collation d'avantages sociaux, tels qu'une diminution dans la durée du service militaire, ou un droit de préférence dans la nomination à certains emplois publics.

Indépendamment des examens de passage qui arrêtent tous ceux qui ne sont pas suffisamment préparés, il y a un examen final, dit *Maturitäts-Prütung*, qui, s'il est subi avec succès, vaut au candidat un diplôme analogue à celui qu'il obtiendrait s'il avait suivi les cours du gymnase. Le succès des écoles réelles a répondu aux espérances de ceux qui en ont été les promoteurs. Bien loin d'abaisser le niveau intellectuel des classes hautes et moyennes, elles ont relevé le niveau des études classiques, d'abord en leur donnant le stimulant de la concurrence, ensuite en enlevant au gymnase des élèves peu propres à l'étude des langues mortes et dont l'inaptitude entravait l'essor des maîtres et des bons élèves.

DISTRIBUTION DES HEURES ENTRE LES DIFFÉRENTS COURS DANS LES GYMNASES ET LES REALSCHULEN.

COURS DE	CLASSES ET HEURES.								
	6me	5me	4me	3me		2me		1re	
	Heures.	Heures.	Heures.	1re Ann. — Heures.	2me Ann. — Heures.	1re Ann. — Heures.	2me Ann. — Heures.	1er Ann. — Heures.	2me Ann. — Heures.
GYMNASES.									
Religion	3	3	2	2	2	2	2	2	2
Allemand	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Latin	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Grec	»	»	6	6	6	6	6	6	6
Hébreu.	»	»	»	»	»	2	2	2	2
Français	»	3	2	2	2	2	2	2	2
Histoire et Géographie .	2	2	3	3	3	3	3	3	3
Mathématiques . . .	4	3	3	3	3	4	4	4	4
Sciences physiques . .	2	2	»	2	2	1	1	2	2
Écriture	2	2	2	»	»	»	»	»	»
Dessin	2	2	2	»	»	»	»	»	»
Chant	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Gymnastique	2	2	2	2	2	2	2	2	2
REALSCHULEN.									
Religion	3	3	2	2	2	2	2	2	2
Allemand	4	4	3	3	3	3	3	3	3
Latin	8	6	6	5	5	4	4	3	3
Anglais.	»	»	»	4	4	3	3	3	3
Français	»	5	5	4	4	4	4	4	4
Histoire et Géographie .	3	3	4	4	4	3	3	3	3
Mathématiques . . .	5	4	6	6	6	5	5	5	4
Sciences physiques . .	2	2	2	2	2	6	6	6	6
Écriture	3	2	2	»	»	»	»	»	»
Dessin	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Chant	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Gymnastique	2	2	2	2	2	2	2	2	2

STATISTIQUE.

Le nombre des élèves qui fréquentent les écoles élémentaires en Prusse est de 16 p. c. de la population; on compte une école par 745 habitants. Dans l'espace de quarante ans, de 1821 à 1861, il a été construit plus de quatre mille écoles rurales. Dans la même période, le nombre des instituteurs a augmenté de plus de treize mille. Il y en a aujourd'hui 36,000 et au delà; on compte fort peu d'institutrices, même pour les filles, tout au plus un vingtième et encore la plupart d'entre elles sont catholiques.

La Prusse avait en 1862 (1),

147 gymnases avec 38,055 élèves.
32 pro-gymnases » 2,194 »
Soit 40,129 élèves, pour une population de 18,000,000 d'habitants.

53 écoles réelles de première classe avec 13,614 élèves.
12 » » de seconde » » 2,908 »
17 » bourgeoises supérieures 1,285 »
Les écoles spéciales secondaires contenaient 507 »

Les études classiques ont donc conservé leur suprématie.

En 1831 (2), les gymnases contenaient 26,041 élèves; la population était alors de 15,000,000 d'habitants. Dans l'espace de 21 ans, elle a augmenté de 20 p. c.; le nombre des élèves des gymnases s'est accru de 54 p. c. Nous ne parlons pas des élèves des écoles réelles, écoles qui n'existaient pas en 1830.

Le Royaume des Pays-Bas avait, en 1835, 1,255 élèves dans les gymnases et les écoles latines, sur une population de 2 1/2 millions d'habitants; pour que l'enseignement secondaire

(1) Monnier, p. 282.
(2) Cousin, p. 454.

classique fût aussi répandu dans ce pays qu'en Prusse, il eût fallu dans les écoles environ 5,000 élèves.

La statistique comparée des établissements moyens en Europe, si elle était faite, constaterait sans nul doute qu'en Prusse, ce n'est pas seulement l'instruction primaire qui est plus répandue qu'ailleurs, mais encore l'enseignement moyen et supérieur (1).

Si l'on considère qu'un homme, sorti de l'Université et entré dans les fonctions publiques (2), est tenu non-seulement d'accomplir sa tâche professionnelle, mais encore de se livrer à des travaux littéraires et scientifiques et d'en fournir la preuve, on aura, sinon l'explication complète, du moins l'une des raisons de la suprématie que la Prusse a su conquérir en Allemagne. Sadowa est un résultat et non une cause. Ce n'est pas seulement la force organisée qui y a remporté la victoire, c'est l'intelligence développée par l'instruction de toutes les classes de la population.

La Prusse a su résoudre avec succès l'un des plus difficiles problèmes de l'enseignement. Nous voulons parler du préjudice que cause à la société l'arrêt brusque qui se fait dans les études des jeunes gens, lorsqu'ils ont obtenu leur diplôme. Le soin qu'ont la plupart d'entre eux de fermer leur cerveau à toute espèce de travail littéraire et scientifique, lorsqu'ils ont passé l'examen qui leur ouvre l'accès des professions monopolisées ou des fonctions officielles, est une cause regrettable de déperdition intellectuelle. Le docteur, le licencié, à plus forte raison le gradué et le bachelier, oublient vite ce qu'ils ont appris, s'ils ne persévèrent dans le travail. Peu le font. Beaucoup, sous

---

(1) En 1848, les sept Universités du Royaume étaient suivies par 4,000 étudiants. L'enseignement y était donné par 471 professeurs. (Barnard, *National Education in Europe*, p. 89.)

(2) La profession d'avocat est une fonction publique en Prusse.

prétexte d'un repos légitimement acquis, perdent l'habitude et le goût des études spéculatives. Pour remédier au mal, on a maintes fois proposé de prolonger la durée des études.

Ce système a toujours échoué devant la résistance des familles. Il suppose chez les jeunes gens qui se livrent aux hautes études une fortune que la plupart ne possèdent pas. On poursuit généralement le diplôme de docteur en vue d'une position lucrative. La Prusse a su concilier les nécessités privées et matérielles avec les nécessités publiques et intellectuelles. La fonction publique y est considérée comme un privilége ; elle donne, en effet, à celui qui l'obtient, l'inamovibilité de droit ou de fait, l'avancement, c'est-à-dire une augmentation régulière de salaire et un accroissement normal d'honneurs, la considération et une pension pour ses vieux jours. Le prestige des fonctions publiques a toujours et partout été fort grand. L'histoire des luttes si vives des républiques antiques et des communes du moyen âge, se résume peut-être tout entière dans le désir des uns d'arriver aux fonctions publiques, dans le refus des autres de s'en dessaisir. L'inégalité entre les Belges et les Hollandais dans la répartition des places, fut un des griefs sérieux de la révolution belge. En Prusse, la considération dont jouit le fonctionnaire est plus grande peut-être qu'ailleurs. Le Gouvernement a pensé qu'en échange de pareils avantages, on pouvait exiger de celui qui aspire aux fonctions publiques, et surtout de celui qui désire y monter, autre chose que des connaissances professionnelles.

L'académie d'architecture forme des conducteurs de travaux, des ingénieurs civils et des architectes. A l'académie des mines entrent les jeunes gens qui se destinent au service public des mines ou à l'industrie métallurgique.

L'enseignement donné à ces établissements est de l'enseignement technique supérieur. On n'y est admis que sur la

production d'un certificat de maturité d'études classiques ou littéraires modernes (Gymnases ou écoles réelles).

Les conducteurs de travaux ne passent pas d'examens. Les examens varient, dans leurs difficultés, pour les élèves en architecture, selon que ceux-ci aspirent au titre d'architecte privé ou d'architecte public. Ces derniers ont seuls le titre de *Baumeister*, les autres ne sont que des *Privat Baumeister*.

Les élèves de l'école des mines qui se destinent au service de l'État reçoivent, à la sortie de l'école et après examen, le titre d'*élève des mines*. Au-dessus de ce grade se trouve celui de *référendaire des mines*, plus haut encore celui d'*assesseur des mines*. Il faut, pour obtenir le titre de référendaire, deux années d'études pratiques dans les exploitations, et, pour le titre d'*assesseur*, deux années de travaux d'administration chez un ingénieur en chef. Le grade d'assesseur des mines suppose donc six années d'études théoriques et pratiques.

Nous croyons devoir appeler l'attention sur ce système.

SAXE ROYALE.

La Saxe royale compte 2,343,994 habitants. La loi organique de l'instruction primaire est du 9 juin 1835; il faut y joindre l'arrêté exécutif du 9 juin suivant. L'école est confessionnelle. 1936 écoles publiques de confession luthérienne, 40 de confession catholique romaine y sont ouvertes aux écoliers primaires. Environ 4000 instituteurs et sous-instituteurs y répandent l'enseignement. Les communes de la Saxe dépensent, uniquement pour le traitement de leurs maîtres d'école, 3,750,000 francs. Le ministre de l'instruction publique et des cultes s'est récemment vu obligé de rappeler, aux villes de second et de troisième ordre, de ne pas dépenser pour l'entretien de leurs écoles publiques au delà de leurs moyens. Les

subventions de l'État sont, comme en Prusse, presque nulles. L'instruction est obligatoire pendant huit ans. En cas d'infraction, les autorités et les délégués de la commune demandent immédiatement la répression. La loi sur le travail industriel fait de la sanction une vérité. Le nombre des enfants en âge d'école est de 400,000 environ. Tous suivent les classes. Si l'assiduité scolaire était la même en Belgique qu'en Saxe, nous compterions chez nous un million d'enfants dans les écoles.

L'organisation est à peu près la même qu'en Prusse. Le service des écoles dans chaque commune est dirigé par un comité local, composé :

1° Dans les campagnes : de membres du conseil communal, présidés par le pasteur de la paroisse, ou de l'une des paroisses, s'il y en a plusieurs.

2° Dans les villes : de magistrats, de délégués de la ville, d'un ou de plusieurs directeurs d'école et d'un pasteur. Les comités locaux relèvent, dans chaque arrondissement, de la *Kreisdirection*, constituée en autorité consistoriale. Au-dessus de celle-ci, agit le ministre des cultes et de l'instruction publique, qui prend les arrêtés en exécution des lois. La Saxe a des écoles de perfectionnement et des écoles industrielles. Elle possède onze écoles normales primaires, sept écoles réelles, avec 1,892 élèves qui, s'ils poursuivent les cours jusqu'au bout, jouissent d'avantages considérables pour le service militaire. L'organisation des écoles réelles se trouve décrite dans le règlement du 2 juillet 1860; celle des colléges, qui pour la plupart remontent à la réforme, dans le règlement du 27 décembre 1846. Ils sont au nombre de onze. Non-seulement on y apprend à lire et à écrire, mais encore à parler latin, chose qui devient rare. En fait d'établissements techniques, il y a des écoles d'apprentissage pour les filles, où l'on enseigne la fabrication des dentelles, de la bonneterie, etc.; cinq écoles

de maîtres maçons ou charpentiers; une école pour les contre-maîtres des ateliers de construction de machines et de filatures; quatre écoles de pilotes et de bateliers; une école de maîtres ouvriers; une école d'entrepreneurs de constructions dont l'enseignement dure trois ans; une école supérieure industrielle à Chemnitz, avec un enseignement de trois à quatre ans; une école polytechnique à Dresde; une académie des mines à Freyberg; une académie forestière et agricole à Tharand. Leipzig a une école de commerce pour les filles. La Saxe royale est, dit-on, le pays de l'Allemagne où l'enseignement primaire est arrivé à son plus haut degré de perfection. Les meilleurs livres d'instruction usités dans l'Allemagne protestante viennent de là. Le Gouvernement saxon en a fait exposer un grand nombre. Nous croyons inutile de dire que nous ne les avons pas lus, les secteurs de l'exposition n'offrant rien moins que le calme et le silence que l'on se plaît à trouver dans un cabinet de lecture.

Les Saxons sont les plus beaux hommes de l'Allemagne. Ils tiennent à conserver cette qualité précieuse, dans un siècle où, par suite de la dégénérescence physique qu'ont produite les guerres, le travail précoce dans les manufactures, et le travail exorbitant imposé aux enfants dans les colléges, divers pays se sont vus obligés d'abaisser le niveau de la taille exigée des miliciens. L'art de la gymnastique y est aussi répandu que, chez nous, les sociétés antiques de tir à l'arc et à l'arbalète, qui faisaient l'admiration de Gœthe (Eckermann). La gymnastique y est l'objet d'un enseignement pédagogique spécial, et le compartiment saxon nous a offert l'image d'une de ces écoles. Les Suisses, qui apprécient les exercices du corps tout autant que les Allemands et les Grecs, envoient des élèves normalistes de gymnastique en Saxe, tout comme jadis les Allemands envoyaient des élèves

normalistes dans la patrie de Pestalozzi. Il faudrait peu d'efforts pour répandre le goût de la gymnastique en Belgique et y créer des sociétés analogues aux sociétés allemandes. Elles prépareraient les jeunes gens à l'instruction militaire, dont elles abrégeraient la durée, au grand avantage des miliciens et du trésor public. La gymnastique devrait être rendue obligatoire dans tous les établissements d'enseignement. Qu'on impose moins de grammaire, moins de versions, de thèmes, de calculs, moins de fatigue cérébrale en un mot; qu'on la remplace par un peu plus de fatigue physique au grand air, et l'on nous donnera des générations moins exténuées, et partant plus viriles de corps et d'esprit. Les classes riches s'éteignent rapidement, ce qui s'expliquait tout naturellement jadis, à une époque où les cadets se vouaient généralement au célibat dans quelque cloître, et où la suprême jouissance des aînés consistait à s'entre-tuer, mais qui s'explique moins naturellement aujourd'hui et doit s'attribuer, en grande partie, à la violation impie de la loi naturelle de la croissance physique, qui veut impérieusement l'exercice et le mouvement.

La Saxe, pas plus que la Prusse et le reste de l'Allemagne du Nord, ne connaît ce système de casernement des élèves qui prévalut dans le midi et l'ouest de l'Europe, à la suite de la réforme et dans un esprit hostile à la liberté et à l'influence du foyer domestique. Les enfants vivent dans leurs familles, et lorsqu'ils doivent quitter le foyer paternel, dans des maisons particulières où, comme en Angleterre, ils ont la table et le logement. Leipzig, par exception, a un pensionnat; les élèves y sortent tous les jours librement, isolés, sans aucune surveillance. La pureté des mœurs des familles fait la pureté des mœurs des enfants, c'est dire que cette liberté s'exerce sans abus.

Le fabricant peut employer des enfants de plus de douze

ans, à condition qu'il leur laisse le temps nécessaire pour suivre l'école. La Saxe a, comme la Prusse, ses écoles de perfectionnement, tenues le soir et le dimanche, et ses écoles professionnelles et commerciales, qui sont aussi de véritables établissements techniques et pratiques. Il y a la Werkmeisterschule et le Baugewerkschule, dont l'enseignement dure trois ans; le Höhere Gewerbschule, dont l'enseignement est réparti sur quatre ans. Ces établissements forment des contremaîtres d'industrie, des entrepreneurs de construction, des employés et des directeurs d'établissements industriels.

L'enseignement moyen se donne dans les écoles réelles et les gymnases. Les uns et les autres sont des établissements littéraires. En Saxe, comme en Prusse, on est d'avis qu'on forme l'homme par l'étude de l'homme. C'est là le but des humanités anciennes ou modernes. Dans les écoles réelles, on enseigne un peu de latin, mais point de grec. L'enseignement religieux se donne dans les établissements d'enseignement moyen comme dans les écoles primaires. (Art. 62, décret de 1860.) Il y a par semaine deux heures de gymnastique pour toutes les classes.

PAYS SCANDINAVES.

Les pays scandinaves, au point de vue du développement de l'instruction populaire, ne le cèdent point, dit-on, à l'Allemagne. L'instruction y est obligatoire, et la durée de l'obligation y est généralement de huit ans. L'enfant illettré ne peut recevoir la confirmation, et il est interdit aux industriels de lui donner un emploi quelconque. En Suède et en Norwège, tout paysan sait lire et écrire (1). Dès 1684, il fut décidé

---

(1) GEFFROY. *Histoire des États Scandinaves.*

que nul ne pourrait se marier s'il n'avait reçu la confirmation et que nul ne recevrait la confirmation à moins de savoir lire. Ces dispositions se généralisèrent dans toutes les paroisses des trois États scandinaves.

La Scandinavie est un pays immense pour sa population. Les habitations rurales sont dispersées dans les campagnes, *more Germanorum*.

Il serait difficile aux enfants de faire le trajet de la maison paternelle à l'école. Beaucoup d'entre eux reçoivent l'instruction de leur père et de leur mère. Des examens périodiques constatent que l'enseignement est effectivement donné, et donné avec fruit. Des instituteurs ambulatoires vont de commune en commune, de hameau en hameau, donnant l'instruction et logeant dans les fermes où ils sont nourris aux frais des pères de famille. Mœurs simples et patriarcales, qui prouvent que la bonne volonté supplée à bien des choses. Mais de pareils instituteurs ne peuvent départir qu'un enseignement bien insuffisant. Aussi cherche-t-on à établir partout des instituteurs à demeure fixe. Toutefois, sur 5374 maîtres d'école, il y avait encore, en 1862, 2,044 instituteurs ambulatoires. Ce système remonte loin, car on le retrouve en Poméranie, province prussienne, qui relevait jadis de la couronne de Suède.

SUÈDE.

(4,000,000 D'HABITANTS.)

La loi qui régit actuellement l'instruction primaire en Suède et qui a donné la plus vive impulsion à la diffusion et à l'amélioration de l'enseignement, est de 1842. L'instruction primaire est une charge communale. Tous les membres de la commune ayant le droit de vote forment une communauté connue sous le nom d'assemblée communale. Lorsque ses membres ont à

s'occuper des affaires de l'école ou de l'église, l'assemblée prend le nom d'assemblée de l'église. Le pasteur de la paroisse, et à son défaut le desservant, la préside. L'assemblée a le droit d'établir des taxes. Ses prérogatives sont fort étendues et ne se heurtent que rarement contre la haute tutelle du Gouvernement. Elle choisit dans son sein deux conseils permanents :

1° Le conseil de l'église ou conseil de fabrique;

2° Le conseil des écoles.

Le pasteur de la paroisse préside l'un et l'autre. Le conseil des écoles a la direction et la surveillance de l'enseignement primaire. Ce système s'applique aussi bien aux paroisses urbaines qu'aux paroisses rurales, sauf dans les deux plus grandes villes du royaume, Stockholm et Gothenbourg, qui sont soumises à un régime spécial. Les inspecteurs sont nommés par le Roi, sur la proposition des évêques, qui exercent dans leur diocèse la surintendance des écoles. A côté de cette inspection royale, s'est organisée de fait ou de droit l'inspection purement civile du *Landsthing*, assemblée représentative de la *grande commune* (arrondissement, province). D'après la loi, cette assemblée peut prendre des résolutions relatives à l'enseignement, sans que jusqu'ici ses attributions aient été nettement déterminées. « La généralisation de cette inspection est d'une grande importance, car depuis longtemps déjà on a, autant à la diète que dans la presse et ailleurs, fait des propositions tendant à émanciper l'école de la suprématie de l'église. Lorsque les autres *Landsthings* auront suivi cet exemple, donné par les deux dont j'ai parlé, ce qui arrivera sans doute dans peu de temps, le commencement de l'émancipation sera opéré. »

Des bibliothèques populaires sont établies dans un grand nombre de paroisses. Il y a des écoles du soir et du dimanche,

tant dans les campagnes que dans les villes. L'enseignement mutuel prévaut, mais il disparaît au fur et à mesure qu'augmente le nombre des professeurs. L'enseignement populaire dans les villes est généralement donné par des femmes ou des jeunes filles, et l'on s'en trouve bien. Dans les écoles normales, on enseigne la gymnastique et le maniement des armes.

Un mot sur l'organisation de l'instruction primaire dans les deux grandes villes du Royaume.

Stockholm compte huit paroisses; chaque paroisse a un conseil spécial des écoles. Mais il y a au-dessus de chacun de ces conseils un conseil supérieur des écoles de la ville, à qui appartient le droit de nommer l'inspecteur, les instituteurs et les institutrices. Ce conseil supérieur comprend onze membres. Chacun des conseils spéciaux en nomme un. Le conseil communal en nomme un à son tour, ainsi que le chapitre ou consistoire. Ces dix personnes réunies en choisissent une onzième, généralement prise parmi les médecins de la ville.

A Gothenbourg, le conseil général des écoles est composé des curés des paroisses de la ville et de sept membres élus par la commune. La ville est divisée en un certain nombre de districts scolaires, et, dans chaque district, le conseil général nomme un conseil particulier, chargé du soin de surveiller l'instruction.

Enseignement technique. — Cet enseignement est fort répandu dans le Royaume. Il y a des écoles de dessin et des écoles industrielles dans presque toutes les villes et même dans plusieurs communes rurales. Stockholm et Gothenbourg possèdent chacun une école des arts et métiers et une école Royale technique. On compte une école des mines à Falun. L'enseignement élémentaire de l'agriculture se donne dans vingt-trois écoles; l'enseignement supérieur dans deux, dont une à Upsal, dans le nord, l'autre à Alnarp, dans la Scanie.

Neuf écoles maritimes enseignent la navigation, l'astronomie et la construction des machines à vapeur.

Enseignement secondaire. — L'enseignement classique se donne dans les gymnases et les *Lardan Skolor*, gymnases élémentaires; l'enseignement professionnel, dans les *Apologist Skolor*. Ces dernières écoles, il y a vingt-cinq ans, étaient à peu près aussi nombreuses que les gymnases.

Enseignement supérieur classique. — La Suède compte deux universités, l'une à Upsal, l'autre à Lund. La première a 1000 élèves, la seconde 450. Chacune de ces universités comprend les quatre facultés, de théologie, de droit, de médecine et de philosophie.

NORWÈGE.

La Norwège comprend six gouvernements (*Stifter*). Chaque gouvernement est divisé en provinces (*Amter*). Ces provinces s'appellent grandes communes. Chaque province est composée d'un certain nombre de petites communes. La commune scolaire, base de toute l'organisation, est généralement la même que la commune politique désignée à la campagne sous le nom de paroisse, comme en Belgique sous l'ancien régime. Chaque commune scolaire a son conseil des écoles et sa caisse spéciale.

Les revenus proviennent de l'impôt scolaire, dont le montant est fixé par les représentants de chaque commune. Les provinces et l'État fournissent des subsides. Les écoles sont à siége fixe ou ambulatoire comme en Suède. L'instruction est obligatoire depuis l'âge de sept ou huit ans jusqu'à la confirmation, ou tout au moins jusqu'à l'âge de treize ans; mais l'obligation n'est pas et ne saurait, vu les distances, être de tous les jours. La loi fixe un minimum de fréquentation par

semaine et par an. La Norwège a depuis longtemps apprécié l'importance des bibliothèques populaires. L'enseignement primaire y est organisé par deux lois, l'une du 12 juillet 1848 pour les villes, l'autre du 16 mai 1860 pour les campagnes.

DANEMARK.

L'instruction primaire est un service communal, réglé par une série de lois, depuis 1814 jusque 1857, et aux charges duquel il est fait face par les offrandes des paroissiens, les revenus de certains biens-fonds et des dîmes. En cas d'insuffisance de ces ressources, il y est pourvu par des cotisations personnelles. L'administrateur de l'école dans les campagnes est le doyen, membre du conseil supérieur des écoles, et qui agit sous la surveillance des conseils communaux. Il a l'inspection des écoles, sous la direction de l'évêque diocésain. Les instituteurs sont nommés par les évêques ou par le conseil supérieur des écoles, c'est-à-dire par le doyen. L'autorité communale jouit cependant du droit de présenter une liste triple de candidats parmi lesquels le doyen fait son choix. Généralement les instituteurs remplissent les fonctions de sacristains. Dans les villes, la direction et l'inspection sont laïques; cette dernière est faite par le bailli; les instituteurs sont nommés par le Roi. Toutefois le directoire des écoles comprend un des pasteurs de la ville.

Le Danemark possède de nombreux établissements spéciaux et techniques qui, dans la limite des renseignements qui nous sont fournis, ne nous offrent rien de bien intéressant. L'enseignement classique se donne dans les gymnases, l'enseignement professionnel dans les Realschulen. Copenhague possède une université et un institut polytechnique des arts et métiers.

EMPIRE D'AUTRICHE.

L'Empire d'Autriche fournit la preuve que l'énergie et la persévérance peuvent arriver à de beaux résultats, même dans le pays où savoir lire la Bible n'est pas considéré comme un devoir religieux ou tout au moins comme un devoir de bon chrétien. L'une des provinces de la monarchie, le Tyrol, passe pour être un des pays les plus catholiques de l'Europe. Jusqu'à la promulgation de la patente impériale de 1861, les protestants y étaient aussi incapables de posséder des biens-fonds que les chrétiens le sont dans l'Empire turc. Le nombre des enfants en âge d'école y est de 106,200; le nombre des enfants inscrits est de 110,600. C'est-à-dire que non-seulement tous reçoivent une instruction primaire complète, mais que beaucoup restent, comme en Amérique, à l'école au delà du temps fixé par la loi. L'école, dans les larges développements qu'elle a reçus de nos jours, doit son origine à l'étude des éléments qui avaient pu concourir aux succès militaires du grand Frédéric, et au mouvement des idées du XVIIIe siècle, que peu de princes embrassèrent avec plus de sincérité et d'enthousiasme que les princes de la famille de Lorraine-Hapsbourg. Toute la maison impériale subit l'influence du génie libéral de Marie-Thérèse. Les réformes de Charles en Belgique, celles de Léopold en Toscane, celles de Marie-Thérèse et de Joseph marqueront dans l'histoire.

Les essais commencèrent au lendemain de la guerre de sept ans. La pensée de l'Impératrice, longtemps flottante entre des systèmes divers dont l'un consistait à rendre l'école excessivement laïque, se formula d'une manière définitive dans le règlement du 6 décembre 1774. L'enseignement, qui auparavant relevait à peu près du clergé, est proclamé un service public. Toutefois l'école reste confessionnelle; c'est le double

caractère qu'elle a conservé jusqu'à nos jours, à travers plus ou moins de vicissitudes dont les plus marquées sont le concordat de 1855, et les lois confessionnelles récemment promulguées. Sous l'empire du concordat, l'instituteur, pour son enseignement, ses méthodes, sa conduite, se trouvait placé sous la surveillance de l'autorité religieuse. Les frais de l'instruction primaire sont à la charge des communes, et chaque commune doit aussi posséder une école. Les dépenses totales de l'enseignement primaire sont évaluées à 22 millions de francs. La ville de Vienne affecta en 1864 à ses 73 écoles municipales environ un million de francs.

L'enseignement primaire se divise en enseignement primaire élémentaire et en enseignement primaire supérieur. Le premier se donne de la 6e à la 12e année et est seul obligatoire. Il est essentiellement pratique et limité par la loi. Le curé dresse la liste des enfants entrés dans leur septième année, en se servant à cet effet des registres du baptême. Chaque année, l'instituteur relève le nombre des enfants existant dans la commune. Les enfants ne peuvent être, sauf exemption, employés avant l'âge de 9 ans dans les manufactures. L'école du dimanche, ou école de répétition, où l'on donne des notions d'agriculture dans les campagnes, de dessin dans les villes, est obligatoire jusqu'à l'âge de dix-huit ans. Les contraventions sont punies pour les parents par l'amende (2 à 4 florins) et la prison (un jour); la peine est plus forte pour les patrons et fabricants (49 à 400 florins et 2 jours à 3 mois d'emprisonnement). La poursuite se fait par l'inspecteur de district; mais à la première infraction, le juge se borne à un avertissement verbal. Le nombre des enfants astreints à l'obligation est de 3,990,900 (1) pour 34,439,069

(1) Monnier, p. 65.

habitants. Le nombre des enfants qui suivent effectivement l'école est de 2,723,400. Ces chiffres prouvent que l'obligation ne reçoit pas de sanction, au moins dans certaines parties de la monarchie. Les différences sont grandes, en effet, entre les diverses provinces de l'Empire. Dans celles qu'habitent les populations allemandes, tchèques ou moraves, tous les enfants reçoivent l'instruction ; le nombre des écoles y monte à la moyenne de 2,50 à 4,40 par lieue carrée, et dans le Tyrol on trouve une école par 449 habitants. La fréquentation est moins régulière en Styrie et en Carinthie. La Hongrie, sur 9,900,785 habitants, n'a que 739,900 enfants allant à l'école. La Transylvanie présente une situation plus favorable ; elle la doit aux colonies allemandes qui peuplent le pays. Au bas de l'échelle scolaire viennent les provinces slaves, les frontières militaires, qui n'ont que 5 p. c. de leur population aux écoles, la Croatie, l'Esclavonie, dont le taux descend à 4 p. c., et la Galicie, dont la population s'élève à 4,597,470 habitants et qui n'envoie que 129,000 enfants aux écoles, tandis qu'une province voisine, qui ne compte qu'une centaine de mille âmes de plus, en envoie 611,000, soit le quintuple : cette province est la Bohême. C'est, au point de vue de la diffusion de l'instruction primaire, une des provinces d'élite de l'Empire. Les populations les plus arriérées de toutes sont celles de la Bukovine. Le chiffre des enfants qui fréquentent l'école n'y atteint pas 2 p. c. de la population. En Dalmatie, une recrue sur cent sait écrire. Ces provinces sont pauvres et manquent d'initiative ; elles n'ont ni instituteurs ni écoles. Au fur et à mesure qu'on construit celles-ci et qu'on forme ceux-là, le principe de l'obligation entre en vigueur. On le voit, le gouvernement autrichien, pour donner à l'obligation du père la sanction légale, n'a pas attendu qu'il y ait partout des écoles, ce qui n'eût été qu'une échappatoire. L'enfant doit recevoir l'instruction dès

que la commune déclare être en mesure de la lui offrir.

Sorti de l'école primaire, il est tenu de suivre, tous les dimanches, et jusque l'âge de quinze ans, les cours de l'école de perfectionnement. Au sortir de l'école élémentaire, l'enfant peut entrer dans la 3e classe des écoles principales. L'école principale conduit à l'école réelle ou au gymnase. Nous trouvons en Autriche, comme du reste dans toute l'Allemagne, un soin extrême à ne pas laisser des élèves faibles passer dans des classes supérieures. Les écoles primaires supérieures se trouvent en général dans les villes de trois mille âmes, une au moins par district. Les Bürgerschulen renferment des enfants d'une classe un peu plus élevée. Leur but est, indépendamment des notions générales qui développent la volonté et l'esprit, de l'instruction indispensable à toute culture intellectuelle, de donner les connaissances nécessaires à l'exercice des petites industries des villes et des campagnes. On les trouve dans les villes de six à sept mille âmes. Les Hauptschulen sont des établissements du même genre qui admettent des garçons et des filles.

ADMINISTRATION.

L'administration de l'école a un double objet : 1° l'enseignement; 2° le temporel.

Sous le nom d'enseignement, nous comprenons les méthodes, les programmes, la conduite des instituteurs, l'assiduité et la moralité des élèves, etc. Le temporel embrasse le salaire des maîtres, l'entretien des bâtiments, etc.

La direction de l'enseignement appartient aux administrations ecclésiastiques de district, connues sous le nom de consistoires.

L'enseignement est, au premier degré, sous le contrôle du

pasteur de la paroisse, pasteur catholique, protestant ou grec, suivant le caractère de l'école. Si l'école est mixte, c'est-à-dire renferme des enfants appartenant à des confessions religieuses différentes, le contrôle appartient au pasteur dont le culte a, dans l'école, le plus grand nombre d'adhérents, tout en laissant aux ministres des autres cultes le droit d'inspection sur leur enseignement religieux respectif. Au deuxième degré, c'est-à-dire dans chaque district, l'inspection appartient au doyen.

L'administration du temporel appartient aux administrations civiles de district. Ces administrations exercent leur contrôle et leur autorité par l'intermédiaire d'un commissaire de cercle, qui agit parallèlement au doyen inspecteur de district. Chaque commune a un inspecteur local, nommé de concert par l'administration communale et le pasteur. Son contrôle, qui ne s'exerce que sur le temporel, tend à comprendre l'enseignement lui-même.

DUCHÉ DE BADE.

Le duché comprend 905,000 catholiques et 423,000 protestants. L'instruction y fut rendue obligatoire par la loi du 15 mai 1834. Les garçons, après l'âge de 14 ans, doivent suivre deux ans les cours d'apprentis.

Il y a dans le duché de Bade :

2 Universités : à Fribourg et à Heidelberg;
1 école polytechnique;
1 école des beaux-arts;
2 écoles des arts et métiers;
12 gymnases;
5 écoles supérieures de filles;
41 écoles d'apprentissage, et
2157 écoles primaires.

Avant la réforme de 1864, les écoles de Bade étaient des écoles élémentaires de religion plutôt que des écoles primaires. La moitié du temps était consacrée à la religion. La loi de 1864, réduisant l'enseignement religieux à deux heures par semaine, a simplement détruit le monopole du clergé et établi un régime analogue à celui de la loi de 1842 en Belgique. L'instruction locale, dont le curé était à peu près seul chargé, est faite par un comité, dont le curé ou le pasteur fait toujours partie, mais où l'élément laïque domine. L'inspection de district, dont les curés ou les pasteurs étaient seuls chargés, fut abolie et remplacée par une inspection de cercle dont les titulaires sont à la nomination du gouvernement. L'enseignement religieux reste obligatoire; le curé peut le donner lui-même dans l'école; en tout cas il s'exerce sous sa surveillance, à moins que la présence du curé ne nuise à la direction uniforme de l'école. Des pétitions ont été signées pour enlever à l'école tout caractère confessionnel. Le clergé déclara qu'il refuserait les sacrements à ceux qui prendraient part à la nomination des inspecteurs scolaires. Nonobstant, 1,720 communes sur 1,780 firent les nominations.

Les écoles supérieures de filles sont des écoles fondées par les communes sur le modèle des écoles supérieures de Leipzig et de Berlin; les jeunes filles en sortent vers l'âge de dix-huit ans. Bade n'a pas de Realschulen; les Höhere Bürgerschulen en tiennent lieu. Dans celles de premier rang, on enseigne le latin comme dans les Realschulen de Prusse. Mais dans la plupart d'entre elles, l'enseignement du latin est remplacé par l'étude des langues modernes et des sciences. Ce système a donc de l'analogie avec le système suisse et belge. Le Grand-Duché ne compte pas moins de 41 Gewerbeschulen. Les cours, jadis obligatoires pour tout apprenti, sous la responsabilité du patron, sont devenus facultatifs. Le cours est complet en

quatre ans, dont une année préparatoire. La durée des leçons est de trois heures par jour le matin. Les Badois pensent, sans doute, que c'est un mauvais système d'instruire le peuple que de le prendre le soir, au sortir de la fabrique, lorsqu'il ne peut guère donner à l'enseignement qu'une attention fatiguée.

ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT EN SUISSE.

L'organisation de l'instruction est, en Suisse, en harmonie avec l'organisation politique. La souveraineté cantonale, fortement réduite par la constitution de 1848, reste intacte en fait d'instruction. Le pacte fédéral se borne à déclarer que, sur les ressources du budget général, la confédération pourrait élever une université et une école polytechnique. Cette faculté ne restreint en aucune façon le droit de chaque canton d'organiser chez lui l'enseignement à tous les degrés, et de fait plusieurs cantons ont des universités. Quelque diversité qu'il puisse y avoir entre les divers cantons, on trouve cependant dans chacun d'eux des principes communs. La plupart, en effet, ont pris pour modèle les écoles allemandes, et notamment celles de la Prusse et de la Saxe. Généralement, les écoles primaires sont fondées, entretenues et dirigées par les communes, sans préjudice des écoles, et notamment des écoles de fabrique et d'industrie, fondées par des particuliers. Il y a au moins une école par commune ; plusieurs communes peuvent se réunir pour fonder une école secondaire (école moyenne). L'enseignement moyen proprement dit, qui se donne dans les gymnases et les Realschulen, aussi bien que l'enseignement supérieur, sont cantonaux. La confédération n'a pas épuisé le droit que lui confère la constitution. La fondation d'une université fédérale admise par le conseil national, fut rejetée par le conseil des cantons. L'autorité centrale dut se borner

à créer une école polytechnique fédérale, qui fut établie à Zurich en 1855.

L'enseignement primaire est, en général, obligatoire pendant dix ans, c'est-à-dire que l'enfant du peuple reçoit, comme en Allemagne, une instruction moyenne du degré inférieur. Les enfants fréquentent généralement l'école jusqu'à l'âge de seize ans. Pour être dispensé de la fréquenter, il faut une dispense de l'autorité compétente, et cette dispense ne s'accorde que si le père justifie qu'il donne un enseignement suffisant à ses enfants. Elle peut être retirée, si le père manque à ses devoirs. A l'expiration des dix ans, terme auquel l'enseignement primaire proprement dit est exigé, les enfants ne sont pas affranchis du devoir scolaire. On oublie vite à cet âge, si l'on cesse d'apprendre. Aussi les règlements obligent-ils les enfants à suivre pendant huit heures par semaine l'école primaire communale, qui prend alors le nom d'école de perfectionnement, à moins qu'ils n'aillent à l'école secondaire, aux écoles réelles ou au gymnase, et encore les enfants dispensés de cette obligation doivent-ils suivre au moins une heure par semaine l'école de chant.

L'enseignement se divise en enseignement primaire, moyen et supérieur.

L'enseignement primaire se subdivise en enseignement élémentaire, donné de 6 à 9 ans, en enseignement réel, donné de 9 à 12 ans, et en enseignement secondaire, donné de 12 à 16 ans. Toute commune doit avoir un établissement où l'on donne l'enseignement élémentaire et l'enseignement réel. Comme nous l'avons dit, plusieurs communes, lorsqu'elles ne sont pas trop éloignées l'une de l'autre, peuvent former une union scolaire appelée cercle, et n'avoir en commun qu'une école secondaire pour les garçons et une école supérieure pour les filles. Si, par suite de la distance ou de la

saison, les enfants ne peuvent aller à l'école secondaire, ils sont tenus de suivre l'école ordinaire, qui prend à cet effet le nom d'école de perfectionnement. L'école secondaire est, en général, suivie par les enfants du peuple et de la petite bourgeoisie. Les enfants des familles plus aisées passent, dès l'âge de douze ans, c'est-à-dire à l'âge où ils ont reçu l'enseignement élémentaire et l'enseignement réel, dans les écoles cantonales.

Écoles cantonales. — Elles comprennent les écoles réelles (nos sections professionnelles) et les lycées ou gymnases (section des humanités). L'école réelle fait suite à la section réelle de l'école primaire. Les enfants ne peuvent y entrer avant l'âge de douze ans accomplis. Elle comprend deux divisions: l'école inférieure et l'école supérieure. Dans la première, l'enseignement est de trois ans; les enfants y reçoivent une instruction analogue, comme programme, à celle des écoles secondaires, mais plus forte; ils appartiennent à un milieu social plus intelligent, et les professeurs sont meilleurs. On y enseigne : une langue autre que la langue maternelle, la zoologie, la botanique et la minéralogie, etc.

La division supérieure se subdivise en cours de mécanique, de chimie et de commerce.

Le gymnase ne nous offre rien d'intéressant, sinon qu'on y enseigne l'hébreu.

La Suisse compte, en outre, une foule d'établissements spéciaux, écoles commerciales, écoles d'agriculture, etc.

Dans l'enseignement en Suisse, on s'attache surtout à former l'homme. On apprend à l'enfant à penser, à observer, à réfléchir. Les exercices physiques sont très-cultivés. La gymnastique et le maniement des armes sont obligatoires, tant dans les écoles primaires que dans les Realschulen et les gymnases ou lycées. La Suisse entretient des élèves à l'école normale de gymnastique à Dresde.

STATISTIQUE.

CANTON D'ARGOVIE.

(199,852 HABITANTS.)

1	école	cantonale;
1	»	d'économie rurale;
1	»	normale;
1	»	supérieure pour les jeunes filles;
2	»	gratuites;
17	»	de district;
286	»	de travail pour les filles;
1,504	»	écoles élémentaires.

Le budget pour les écoles primaires est de 265,687 francs.

BALE (VILLE).

(30,000 HABITANTS.)

Une université, un gymnase, une Realschule, une école normale, une école technique, un Realgymnase, une école supérieure pour les jeunes filles, quatre écoles communales, une école gardienne dans chaque quartier.

Le budget scolaire s'élève à 285,412 francs, soit 9.25 par tête d'habitant.

CANTON DE BERNE.

(458,301 HABITANTS.)

1 université;
2 écoles cantonales;
1 Realschule;
3 écoles normales d'instituteurs;

3 écoles normales d'institutrices;
5 progymnases;
29 écoles secondaires;
144 institutions privées;
1,393 écoles primaires.

Le budget de l'instruction est de 929,000 francs.

CANTON DE NEUFCHATEL.

(83,103 HABITANTS.)

1 gymnase supérieur;
1 école supérieure de jeunes filles.
3 colléges industriels;
286 écoles élémentaires.

Budget scolaire : 430,142 francs, au delà de 5 francs par habitant.

CANTON DE VAUD.

(199,575 HABITANTS.)

1 académie;
1 école cantonale;
2 écoles normales;
1 école modèle;
11 Realschulen;
750 écoles primaires.

Budget scolaire : 309,834 francs.

GENÈVE.

(64,146 HABITANTS.)

1 institut national;
1 académie;
1 gymnase;
1 collége classique;

1 école industrielle;
1 collége industriel;
3 écoles secondaires;
1 école de dessin;
1 école d'horlogerie;
1 école de gymnastique;
de nombreuses écoles primaires.

« On voulut récemment faire l'expérience d'une méthode d'enseignement pour les adultes; on chercha vainement un adulte complétement illettré dans la ville. Enfin on en trouva un, et la bonne renommée du canton voulut que ce fût un Savoyard. » (Émile de Laveleye.)

Les écoles primaires relèvent exclusivement de l'autorité civile. Le clergé n'intervient ni dans leur direction, ni dans leur inspection.

Les écoles de Genève sont mixtes. Toutefois, les ecclésiastiques ayant charge d'âmes, sont admis à donner l'enseignement religieux dans l'école. Le culte catholique, le culte protestant et le culte israélite jouissent sur ce point de la plus parfaite égalité.

CANTON DE ZURICH.

(239,000 HABITANTS.)

1 école polytechnique, école fédérale;
1 université;
1 école cantonale;
1 » normale;
66 écoles réelles secondaires (c'est-à-dire une pour 3,600 habitants);
370 écoles primaires.

La petite ville de Wintherthur, peuplée de 5,000 habitants,

a trois écoles, dont la moindre a coûté 800,000 francs. Zurich peut montrer ses écoles comme Cornélie montrait ses enfants. (Baudouin.)

L'école polytechnique a été créée en 1854, en suite des pouvoirs que la constitution de 1848 a donnés au pouvoir législatif. C'est un institut fédéral dont les frais sont aux deux tiers couverts par la fédération. L'école comprend : l'école des constructeurs, l'école du génie civil, l'école de mécanique, l'école des chemins, l'école forestière; l'école supérieure des sciences naturelles et mathématiques, des sciences littéraires et des sciences morales et politiques. La durée de l'enseignement est de trois ou deux ans. L'école a plus de cinquante professeurs en titre, deux professeurs adjoints, dix assistants et plus de quatorze professeurs agrégés. Beaucoup d'entre eux sont étrangers à la Suisse. La confédération a pensé que les bons professeurs sont trop rares pour qu'on ait à leur demander compte de leur nationalité. C'est une pensée élevée que d'autres pays feraient bien d'emprunter à la Suisse.

Les professeurs font à leur gré leurs cours en allemand, en français ou en italien.

Les non-étudiants peuvent suivre les cours, moyennant une légère rétribution.

Ce sont là les cantons riches et protestants.

Passons à des cantons alpestres :

CANTON DE ZUG.

17,000 HABITANTS : (la population d'un canton rural belge.)

1 gymnase;
1 école supérieure de jeunes filles;
1 » normale d'instituteurs;
3 écoles latines;

5 écoles secondaires ;
5 institutions privées ;
12 écoles de perfectionnement (écoles de jeunes adultes) ;
45 écoles primaires.

Budget scolaire : 50,000 francs.

CANTON DU TESSIN.

(117,000 HABITANTS.)

Ce canton, longtemps inférieur aux autres en fait d'instruction, comme le fut aussi le canton du Valais, a fait depuis peu d'énergiques efforts. Les couvents supprimés de Lugano, Bellinzona, Locarno, Mendrisio, sont redevenus les asiles de l'étude et de la science, et ont été transformés en écoles publiques secondaires. Lugano, Mendrisio, Bellinzona ont créé des écoles supérieures pour les jeunes filles.

Si nos renseignements sont exacts, l'enseignement primaire officiel dans le canton du Tessin serait purement laïque. L'administration de ce canton aurait donc adopté le système néerlandais et nord-américain.

Dans le reste de la Suisse, sauf à Genève, l'école est confessionnelle. On sait l'intolérance qui, jusqu'aux derniers temps, a prévalu dans quelques-uns des cantons, malgré les exhortations de l'autorité centrale et les conseils de la diplomatie française, anglaise et américaine. Il ne fallait rien moins que la révision de la Constitution pour y mettre un terme.

« Pour l'instruction de la masse du peuple, des paysans, des
» artisans, dit M. Kern, ancien président du conseil de l'école
» polytechnique fédérale à Zurich et ministre de la Confédé-
» ration suisse à Paris, ce sont nos écoles primaires et nos

» écoles secondaires (écoles moyennes) qui sont le grand levier
» de l'enseignement public. Ce sont ces écoles qui donnent la
» clef de la situation intellectuelle de la Suisse. Vous ne trou-
» verez dans notre pays pas un soldat qui ne sache lire, écrire
» et calculer. *Vous ne trouverez, dans la plupart des cantons,*
» *pas un fils de paysan, quelque peu aisé, qui n'ait été* AU
» MOINS A L'ÉCOLE SECONDAIRE. Depuis 1830, je puis le dire,
» les personnes qui, dans les cantons, occupent une position
» analogue à celle des maires ou des conseillers municipaux
» en France, ne se bornent pas à faire suivre à leurs fils les
» cours des écoles secondaires, *ils leur font suivre les cours*
» *des écoles cantonales* (athénées), ordinairement établies au
» chef-lieu du canton. »

L'instruction que reçoivent les Suisses est celle qui est donnée à tous les peuples compris dans le premier groupe. Car cet État compte 16 °/₀ de sa population aux écoles. Tous les enfants âgés de 7 à 15 ans fréquentent les classes, et lorsqu'un enfant passe huit ans à l'école, l'instruction qu'il possède en entrant dans la vie active n'est pas seulement l'instruction élémentaire, mais encore l'instruction primaire supérieure, ou plutôt l'instruction moyenne du degré inférieur.

On trouve en Suisse une école secondaire de deux lieues en deux lieues, de telle sorte que l'enfant n'a jamais plus d'une lieue à faire pour s'y rendre. Et c'est dans un pays qui a d'admirables routes, sans doute, mais dont le climat est un des plus rudes de l'Europe (car l'année météorologique s'y divise en neuf mois d'hiver et trois mois d'orages), que règne, dans la classe des paysans, une pareille ardeur pour le travail intellectuel.

Qu'on s'étonne après cela que la Suisse, sans fer et sans charbon, ait pu créer une industrie florissante et se soit assuré des débouchés transatlantiques sans avoir ni un navire, ni un

port de mer. C'est sur l'intelligence d'un peuple qui sait pourquoi il prend les armes, et qui est habitué à leur maniement dès son enfance, qu'est fondé le système militaire de la Suisse ; c'est par l'instruction répandue à pleines mains que les cantons helvétiques ont fait d'un peuple de mercenaires, un peuple de soldats travailleurs.

———

CLASSE XCI.

MEUBLES, VÊTEMENTS ET ALIMENTS DE TOUTE ESPÈCE, DISTINGUÉS PAR LES QUALITÉS UTILES, UNIES AU BON MARCHÉ.

COMPOSITION DU JURY.

Bonjean, sénateur, président de chambre à la Cour de cassation, *président*	France.
A. Cochin, membre de l'Institut, ancien maire du VIIe arrondissement de Paris, administrateur des Compagnies d'Orléans et de Saint-Gobain, *rapporteur*	Id.
V. Darboux, officier d'administration principal du service de l'habillement et du campement	Id.
Moréno-Henriqués, directeur de la Manutention de la Chambre de commerce de Paris, à la douane et à l'Exposition universelle de 1867	Id.
Bouffard, négociant, ancien juge au Tribunal de commerce de la Seine	Id.
Ducuing, économiste, *secrétaire*	Id.
Fréderic Jourdain, ancien manufacturier	Id.
Aimé Sellières, fabricant	Id.
Jacquemyns, membre de la Chambre des représentants, membre du Jury internationnal de 1862, *vice-président*	Belgique.
Le commandeur **Pierre Maestri**, docteur, directeur de la statistique et du commerce, membre de la Commission royale . .	Italie.
Lord Canterbury	Grande-Bretagne.
Suppléant : **Nassau J. Senoir**, Esq	Id.

Il suffit de feuilleter le catalogue pour se convaincre que le but du Xe groupe avait été bien mieux compris en France qu'à l'étranger.

Tel avait été particulièrement le cas pour la classe 91, qui comprenait les meubles, les vêtements et les aliments de toute origine, distingués par les qualités utiles unies au bon marché.

Aux Expositions antérieures, le jury avait attaché une importance sérieuse à l'utilité et au bon marché des objets exposés, et les producteurs se représentaient bien qu'on y aurait encore égard, alors même qu'ils les exposeraient dans les mêmes classes qu'aux Expositions précédentes. Ils ne voyaient donc pas de raison déterminante pour réclamer que leurs objets fussent rangés parmi ceux qui composaient le Xe groupe.

Les industriels français ont même craint un moment que leurs produits fussent dépréciés pour avoir figuré dans la classe 91e.

Conformément à un système d'abréviation usuel, on disait *la classe du bon marché,* tout comme on dit *Fénelon,* au lieu de dire : *François de Salignac de la Mothe Fénelon.*

Il semblait dès lors que le bas prix devait constituer le caractère dominant des objets exposés; il semblait que le prix fixerait avant tout l'attention du jury et qu'on ne devait exposer dans la 91e classe que pour autant qu'on eût sacrifié la qualité du produit au prix de revient.

Il n'était pas d'ailleurs bien facile de supputer les prix de vente, et il fallait les indiquer pour être admis à exposer dans la 91e classe. Il ne pouvait naturellement s'agir que des prix calculés pour la vente en gros, contre payement au comptant, sans escompte, ni commission, et ces conditions de vente ne se réalisent guère.

On parvint, toutefois, à s'expliquer avec les industriels français, surtout avec les chefs des maisons de Paris, et la Commission impériale reçut trois mille deux cent cinquante demandes d'admission. Elle n'avait alloué que 540 mètres carrés. On ne put accueillir qu'un cinquième des demandes.

Pour juger combien peu l'appel et les explications de la Commission impériale ont été entendus à l'étranger, il suffira de se rappeler que l'Angleterre n'avait que sept exposants. La Belgique en avait cinq.

Aussi M. A. Cochin constate-t-il que l'exposition de la classe 91e était presque exclusivement française, qu'elle n'était pas internationale.

Il ajoute, à la vérité, que le jury a eu soin d'étudier les produits à bon marché exposés par les étrangers dans diverses classes; mais on comprend que cette étude ne pouvait porter que sur les objets relativement peu nombreux dont les prix étaient indiqués.

La définition même des objets qui appartiennent à la 91e classe en a suggéré la subdivision. Ils se rattachent nécessairement à l'une de ces trois catégories :

1° Les meubles;

2° Les vêtements;

3° Les aliments.

§ 1.

DES MEUBLES.

Non-seulement les meubles exposés dans la classe 91e étaient presque exclusivement français, mais les gros meubles, les lits, les tables, les armoires, de même que les meubles décoratifs, tels que pendules, candélabres, etc., étaient pour la plupart fournis par l'industrie parisienne.

Et pourtant les gros meubles différaient peu, quant aux formes et quant aux prix, de ceux que nous voyons habituellement dans nos villes. Nos ouvriers ébénistes, menuisiers, garnisseurs, ont, en effet, presque tous fait une sorte de stage à Paris; ils emploient le même outillage, les mêmes matériaux, et produisent les mêmes formes que l'industrie parisienne; enfin, les réductions de prix qu'entraîne à Paris la concurrence entre producteurs, sont obtenues dans nos villes par l'exiguïté relative des salaires.

Quant aux meubles décoratifs, quant aux imitations de bronze en particulier, l'industrie parisienne nous les a fournis exclusivement jusque dans ces dernières années.

Elle a le privilége de mettre à contribution des artistes dont le goût délicat s'impose à tous les pays civilisés, et elle emploie des ouvriers d'une intelligence et d'une activité extrêmement remarquables. Solidement organisée, elle produit à des prix qui étonnent l'étranger habitué à ne les voir que grossis par des frais accessoires considérables. Si l'on dépouille les prix de production de ces accessoires, qui les enveloppent en réalité, on arrive à des chiffres incroyables.

Au détaillant belge revient à juste titre la grosse part de ces accessoires, qu'on appelle à tort *des bénéfices*. Si elle double seulement le prix coûtant, il n'y a rien d'excessif, car il est à remarquer que le commerce des objets de fantaisie servant à la décoration, est soumis aux chances les plus aléatoires, et qu'il entraîne des frais d'étalage et de magasin relativement énormes. Il faut du tact et de l'expérience pour se procurer ces objets aux époques précises où la vente s'en effectuera, et éviter ainsi d'accumuler des objets d'une conservation difficile et dont la mode passe parfois en fort peu de temps. Déduisons ensuite les droits de douane, les frais de transport et les frais d'emballage, qui sont considérables. Déduisons ensuite quelques centièmes pour compenser l'intérêt du capital pendant le temps qui s'écoule entre le moment de la vente et celui du payement, Après cela, faisons la différence entre les prix de gros et les prix de demi-gros ou de détail; car on ne parvient pas à vendre sans faire des frais de tous genres, qui se multiplient par le nombre des ventes faites; si bien qu'il y a de notables économies à vendre en une fois, en gros, au lieu de vendre les mêmes choses en dix, en vingt fois, en demi-gros, ou, à plus forte raison, de les vendre en détail. La différence

entre ces prix peut parfaitement s'élever à 10 p. c., sans cesser d'être raisonnable.

Après ces déductions, nous nous rapprochons sensiblement des prix de vente sous lesquels les divers objets devaient être exposés dans la 91e classe. Il en reste une à faire encore, celle de la part du commissionnaire. Celle-ci ne s'élève qu'à quelques centièmes du prix réel, et elle est hors de toute proportion avec le mérite de cet intermédiaire, qui est la cheville ouvrière du commerce parisien. Qu'importe le lieu où se fixe le producteur parisien, qu'il habite au fond d'une cour ou une large rue, au centre de Paris, ou à l'extrémité d'un faubourg, au rez-de-chaussée ou au cinquième étage? il peut s'établir, vivre et travailler à sa convenance, pourvu qu'il soit connu des commissionnaires : ceux-ci le mettent en communication avec toutes les parties du monde, font connaître ses produits partout. Grâce à leur intelligente activité, des milliers d'objets qui n'ont qu'un mérite décoratif, sans autre utilité bien réelle, font à Paris l'objet d'un commerce immense. Quel que soit le pays qu'elle habite, toute ménagère qui unit quelque peu de goût avec un peu d'aisance, rend la famille tributaire de l'industrie parisienne, par l'acquisition de quelques meubles décoratifs.

Il n'en est pas tout à fait de même des ustensiles de ménage. Ils font l'objet d'une fabrication immense, qui est représentée à Paris par de nombreux dépôts, mais l'exportation n'en est pas relativement aussi considérable.

Et pourtant il y avait à l'Exposition des calorifères en fonte si bien entendus, qu'il y a lieu de s'attendre à les voir introduire en Belgique, au grand contentement de nos ménagères. Un de ces calorifères, destiné à faire le ménage, ne coûtait que fr. 11. Il provenait de l'usine de MM. Ricot-Patrel et Ce, à Varigny (Haute-Saône). Cette usine emploie 200 ouvriers, et ses produits annuels s'élèvent à fr. 1,500,000.

MM. Japy frères et Cie, à Beaucourt (Haut-Rhin), qui emploient 6000 à 7000 ouvriers à produire des ustensiles de ménage et des articles d'horlogerie, avaient exposé une grande variété d'objets de ménage. Ils semblent s'être appliqués, depuis l'Exposition, à donner un démenti à M. Seillière, qui dit, dans son rapport sur la 91e classe, qu'une pendule de fr. 25 ne peut être un chef-d'œuvre : ils ont prouvé qu'une pendule de fr. 12 peut être une œuvre de précision et de bon goût.

Il y avait une très-grande variété d'ustensiles de ménage en fonte brute ou tournée, tant d'Allemagne que de France. Quand on examine avec attention nos vases culinaires en fonte, il est permis de se demander s'il y a quelque progrès sous le rapport de l'élégance, de la légèreté, du bon marché. Mais du moins on a multiplié les formes, en vue de toutes les destinations spéciales, et l'on a perfectionné la fabrication de la fonte émaillée et de la fonte étamée. Celle-ci prend peu à peu, dans l'économie domestique, la place des vases de cuivre, pendant que la porcelaine tend à faire cesser l'emploi des vases de terre émaillés au plomb. Et il y a lieu de s'en féliciter, car on frémit à la pensée que, dans beaucoup de ménages, les aliments sont exclusivement préparés dans des vases de telle nature, que la moindre imprudence suffit pour en détacher des parcelles vénéneuses. On sait, en effet, que les composés de cuivre et les composés solubles de plomb constituent des poisons.

M. Gosse, de Bayeux (Calvados), a exposé une série d'ustensiles en porcelaine allant au feu. Si le prix en est un peu plus élevé que celui des vases en terre vernissée, il est à remarquer qu'ils ont sur ces derniers l'avantage de la sécurité et de la solidité.

Ceci nous conduit à signaler les faïences fines de M. Boulanger, à Choisy-le-Roi, et de MM. Utschneider et Cie, à Sarreguemines. Ces derniers, qui avaient exposé une collection variée

d'objets destinés à la grande consommation, et notamment des assiettes en demi-porcelaine, à fr. 1-20 net la douzaine, emploient 2000 ouvriers, et leur production s'élève à fr. 4,500,000.

La fabrication des papiers peints est l'objet d'une industrie considérable même en Belgique, mais surtout en France et en Angleterre; elle a fait d'énormes progrès depuis quelques années, grâce à une concurrence habile et aux améliorations introduites dans les diverses industries qui lui fournissent les matières premières. Il en est résulté que les papiers de tenture sont tombés à des prix si bas, qu'ils sont littéralement à la portée de toutes les fortunes. On en fournit à 17 et même à 15 centimes le rouleau, c'est-à-dire à 4 centimes le mètre carré. Il faut donc qu'un logement soit bien humide, bien malsain, pour qu'on ait à s'imposer l'aspect désolé de murs crépis à la chaux.

Trois producteurs belges avaient exposé des chaises, et notamment MM. Cambier frères, qui possèdent une usine importante à Ath, et qui avaient exhibé des chaises à fr. 3. Deux exposants de Malines avaient envoyé des chaises à des prix plus élevés, imitant le vieux chêne.

Ces produits ont été justement appréciés par le jury.

Il y a lieu de désirer toutefois que nos fabricants de chaises communes imitent les jolies chaises de M. Repetto (Italie) et de MM. Jacques et Bay, de Toronto (Canada). Celles de M. Repetto avaient les pieds tournés en grains de chapelet, comme nos plus anciennes, et présentaient l'aspect de ces gracieux siéges dorés qui ornent les boudoirs et les salons : elles coûtaient fr. 1-50. Celles de MM. Jacques et Bay coûtaient fr. 1-25.

Nous n'avons guère, on le voit, qu'à rétrograder pour perfectionner nos chaises, et on l'essaye de diverses façons. Il n'en est pas de même pour les lits. Sous ce rapport, nos ancêtres

ne nous ont légué que des modèles généralement peu recommandables, et s'il y a des progrès à faire, ce n'est pas dans nos archives qu'on en trouvera l'indication.

A défaut de luminaire convenable, le lit, si incommode qu'il fût, suffisait à rendre le désœuvrement forcé plus supportable; mais le perfectionnement des lampes, l'extrême bon marché de la bougie, l'emploi du gaz, de l'huile de pétrole, permettent de se livrer la nuit à presque tous les travaux du jour. Il est donc rationnel qu'on cherche à se bien reposer, pour ne pas le devoir faire trop longtemps.

Le sommier élastique garni de ressorts à boudins, offre, sur le matelas, qu'il remplace dans une certaine mesure, des avantages d'économie, de facilité d'entretien et de propreté, mais il demeure inabordable pour la grande masse des consommateurs. Le sommier à lames de fer minces coûte moins, mais il ne réduit les frais d'acquisition qu'en augmentant les frais d'entretien. Dans le sommier Tucker, les lames élastiques en fer sont remplacées par des lattes en bois, maintenues entre des ressorts en spirale. Il réalise une sérieuse économie. Mais si l'on juge les choses au point de vue des gens (et ce sont de beaucoup les plus nombreux) qui en sont réduits à prolonger leurs veilles pour amasser, sou par sou, de quoi se donner un meuble de plus, on se sent tenté de supprimer ces coûteuses spirales en fil de fer étamé. Cette économie se trouvait réalisée dans un lit exposé parmi les objets de campement militaire.

Qu'on se figure un modeste bois de lit ordinaire : la propreté peut parfaitement s'allier à l'économie. Aux deux extrémités se trouvent de bonnes traverses qui maintiennent le bâtis: celles-ci portent à leur face supérieure autant de boutons qu'il y a de lattes, et ces lattes elles-mêmes portent des boutonnières correspondantes, si bien qu'on ne parvient à les

mettre en place qu'à la condition de les bien dresser; à la moindre flexion, sous le poids du mince matelas, elles se trouvent maintenues par les boutons, qui ne mettent d'ailleurs en aucune manière obstacle au mouvement de va et vient des extrémités des lattes. Un semblable bâti avec ressort coûte 8 francs.

8 francs, c'est moins que le prix du lit de fer le plus simple, sans sommier élastique. Mais le lit de fer présente, indépendamment d'un bon marché relatif, des avantages si nombreux, surtout pour Paris, que l'usage s'en répand de plus en plus. On en peut juger par ce fait qu'une maison, celle de MM. Letourneur frères, rue du Harlay, 11, en fournit à elle seule 25,000 par an.

Cet exemple montre quelle extension on parvient, à Paris, à donner à la fabrication de certains objets d'ameublement dont la production est insignifiante dans des villes de second ordre.

Qu'il nous soit permis d'en citer d'autres exemples. Le porte-bouteilles est inventé depuis peu d'années. On sait qu'il consiste en fils ou lames ondulés, qui sont disposés par étages, pour recevoir les bouteilles. On en fait de toutes dimensions, et il en est qui sont munis d'un grillage fermé à clef. MM. Barbou et fils, inventeurs de ces porte-bouteilles, en font pour 300,000 francs par an, et l'on conçoit, en effet, que ce meuble soit considéré comme indispensable dans une immense cité où c'est presque un luxe que d'avoir une part de cave.

Le plumeau est presque inconnu en Belgique comme ustensile de propreté. On estime qu'il ne fait que disperser la poussière, la chasser d'un meuble pour la reporter sur d'autres, et l'on préfère enlever patiemment la poussière de chaque objet isolé, au moyen d'un linge. A Paris, on pourchasse la poussière jusqu'à ce qu'elle se soit accumulée, de guerre lasse, sur quelque objet d'où on l'enlève plus facilement.

Or tel est l'usage du plumeau qu'on ne sait où trouver assez de plumes, et qu'on en est venu à les imiter en crin. Les principales maisons en fabriquent pour plusieurs centaines de mille francs.

La maison Ch. Loddé en fait pour 750,000 francs.

Mme Gouttebaron avait imaginé d'employer la tournure de fer au lieu de sable, pour frotter et nettoyer les planchers. Après peu de mois, la tournure de fer cessa d'être un déchet sans valeur, et, n'en trouvant plus assez, Mme Gouttebaron se vit obligée d'en faire fabriquer tout exprès.

La brosserie nous fournit un autre exemple. Il y a une trentaine d'années, la maison Breuvard était la plus importante de Paris : elle faisait pour 80,000 francs d'affaires. La maison Rennes en fait aujourd'hui pour 600,000 francs et emploie 115 ouvriers et ouvrières. Elle fait des brosses pour chaussures à 12 centimes, des balais de crin à 55 centimes.

Cette industrie a également une grande importance en Belgique, et il est regrettable que notre pays n'ait pas été représenté sous ce rapport dans la 91e classe.

Qu'il me soit permis de terminer cette première partie de mon rapport par quelques mots sur le minium de fer, que M. de Cartier, d'Auderghem, près Bruxelles, avait exposé dans la 91e classe. Ce produit est peut-être trop peu connu en Belgique. On l'avait employé pour peindre le fer et le bois du palais même de l'Exposition.

Le bon marché a été sans aucun doute l'un des motifs qui ont décidé la Commission à préférer ce minium ; mais il fallait évidemment qu'on eût acquis la preuve de la solidité et de la beauté de cette couleur, avant de l'employer pour un travail aussi important à tous égards que la peinture du palais de l'Exposition ; le jury, au moment où il avait à décider la répartition des récompenses, a pu constater que jusque lors

l'emploi du minium de fer avait répondu à l'attente et celle-ci n'a pas été trompée depuis.

§ 2.

DES VÊTEMENTS.

Les industries de la fabrication des tissus de lin, de chanvre, de laine sont, depuis plusieurs siècles, des sources importantes de prospérité pour la Belgique, et, bien qu'elle n'ait pas exposé de produits de ces industries dans la 91e classe, il est notoire que la Belgique excelle dans la fabrication des tissus de lin et de laine, et notamment des tissus destinés à la grande consommation. Elle produit également avec succès les tissus de coton, ainsi que les tissus mélangés, et ici, plus encore que pour les tissus de lin et de laine, elle s'attache spécialement à la fabrication des étoffes qui, destinées à la grande masse des consommateurs, rentrent dans le cadre de la classe 91.

Sur l'industrie des laines est venue se greffer, depuis quelques années, une industrie qui emploie les vieux tissus comme matière première. Les chiffons sont classés avec soin, et ceux qui présentent les conditions convenables sont soumis à un cardage. On obtient ainsi, par la décomposition des vieux tissus, une laine dont la fibre est plus ou moins longue et nuancée de diverses couleurs, selon le choix du tissu qui l'a fourni. On lui a donné le nom de *renaissance* ou d'*effilochage*, et l'on s'en sert pour le filage et la fabrication de tissus très-divers. Ces tissus n'offrent pas, comme de raison, la solidité de ceux qu'on obtient au moyen de laine neuve, mais ils offrent le double avantage du bon marché et d'une propreté moins douteuse que celle des vêtements qui ont servi

à la fabrication. On associe d'ailleurs à cette laine vieille et courte, 25, 30, 50 p. c. de laine neuve.

On produit ainsi des tissus fort satisfaisants à l'œil et offrant une résistance convenable pour certains vêtements. De là des châles, des tissus pour robes, pour manteaux, qui répondent parfaitement à une consommation plus soucieuse de l'aspect, de la forme du vêtement, que de conditions de durée qui ne se concilient pas toujours avec les exigences de la propreté.

Bien qu'on fabrique beaucoup de tissus de renaissance en Belgique, un seul industriel en avait exposé et le jury les a très-favorablement jugés. Dans la section française, plusieurs fabricants en avaient exposé de nombreux et beaux échantillons. C'étaient généralement, on le comprend, des articles de mode, et, en fait, la solidité est un mérite assez secondaire pour cette catégorie d'objets, tandis qu'elle est impérieusement exigée pour les draps militaires, pour les tissus d'uniforme en général, et pour les costumes de communautés religieuses; aussi n'admet-on pas d'effilochages dans cette dernière catégorie de produits.

MM. E. Masson et C[e] ont exposé des effilochages de coton, et ils sont parvenus à produire au prix d'un franc le kilogramme une ouate blanche, par le cardage des tissus de coton. Toutefois, la baisse de la matière première, depuis la fin de la guerre aux États-Unis, semble devoir s'opposer à ce que cette industrie nouvelle acquière du développement.

M. Roullie, de Paris, fait un produit qu'il a paru convenable de placer ici à la suite des effilochages. Il le nomme *cuir factice.*

M. Roullie fabrique ce produit en soumettant à une forte pression les rognures, le déchet que détache le couteau du corroyeur, en apprêtant le côté de la chair des peaux

tannées. Il en fournit annuellement pour 450,000 francs.

Bien que ce cuir factice ne présente pas à beaucoup près la résistance du véritable cuir en peaux, on ne saurait toutefois en blâmer l'emploi pour semelles premières, pour sous-bouts de talons et contre-forts, et ces destinations paraissent devoir suffire à l'écoulement des produits fabriqués.

Les efforts incessants pour arriver à produire les étoffes, les matières premières de nos vêtements, à plus bas prix, en commandaient d'autres dans le but de réduire le prix de la façon.

La division du travail, l'étalonnage, la machine à coudre ont été employés dans ce but, en même temps que la réduction des frais de transport et la rapidité des voyages ont permis d'aller réclamer le travail partout où il est offert.

Par ces efforts combinés, beaucoup de maisons françaises sont parvenues, d'une part, à réaliser des chiffres d'affaires étonnants et, d'autre part, à produire à des bas prix plus étonnants encore.

Ainsi la maison A. Leleux, à Paris, produit annuellement pour 3,500,000 francs de vêtements d'homme, et voici quelques prix :

Pantalon de toile . . . . fr.	1-50
Chemise, blouse	1-65
Pantalon de coutil croisé	2-65
Vêtement complet de toile	9-50

La maison Bessand et C[ie] produit annuellement pour 12 millions : elle vend le pantalon de coutil de fr. 4-90 à fr. 9, le pantalon de laine nouveauté de fr. 9-40 à fr. 15-75.

La maison Jacob Levy et H. Simon vend pour 2,000,000 de francs de produits, tant à Paris que dans ses onze succursales : un vêtement complet de laine coûte, pour enfant, de fr. 9-50 à fr. 29-50 et, pour homme, fr. 27-50.

Les vêtements exposés par la Chambre de Commerce de Lille sont à plus bas prix encore. On a remarqué les prix suivants :

Pantalon de fil . . . . . . fr.	2	»
Gilet	1	25
Blouse	1	30
Total . . fr.	4	55

Ces bas prix expliquent comment il s'est fait que l'exportation de vêtements confectionnés pour hommes et enfants, qui n'était que de 20 millions en 1850, s'est élevée en 1866 au chiffre de 127 millions.

La confection des vêtements pour femmes et fillettes est moins avancée, moins complète. Et pourtant, la maison Bouillet en fournit pour fr. 2,600,000.

La fabrication des chaussures présente un intérêt réel, à cause des progrès qu'elle a réalisés depuis un petit nombre d'années.

Il y a lieu de mentionner ici en première ligne M. Savart. Il emploie trois mille ouvriers et produit en un an au delà de deux millions de paires de chaussures, valant fr. 5,374,744.

M. Savart avait indiqué sur ses produits les prix de gros, pour plusieurs centaines de paires. J'eus occasion d'en constater la sincérité en lui adressant un acheteur. Voici quelques-uns de ces prix, par douzaine de paires :

Brodequins noirs, peau de mouton, cirés, fr.	9	à	24.
Brodequins d'enfants, lacés, sans talons, à œillets, peau de mouton . . . . fr.	14	à	26.
Brodequins de femme, en castor . . . fr.	20	à	37,
Bottines à élastiques pour homme, veau ou vache et satin-laine . . . . fr.	99	à	133.

Plusieurs autres fabricants offrent de prouver qu'ils fournissent annuellement, qui pour sept ou huit cent mille francs, qui pour fr. 1,800,000 de produits, et leurs prix se rapprochent sensiblement de ceux de M. Savart.

Ces faits étonnent peu toutefois, depuis qu'on a vu fonctionner à l'Exposition universelle ces admirables machines à faire des chaussures à vis. On comprend qu'il s'est fait dans cette industrie des perfectionnements qui ont dû nécessairement tourner au grand avantage de ceux qui les ont appliqués les premiers.

L'expérience démontre, du reste, que les chaussures à vis durent tout aussi bien que celles qui sont cousues. Et cela se comprend, car la couture ne perd pas sensiblement de sa résistance, alors qu'elle est réduite, par l'usure, à fonctionner absolument de la même manière que les vis. Seulement celles-ci nuisent un peu à la flexibilité de la semelle, et, par conséquent, au jeu des articulations du pied, ce qui fait que, pour les chaussures des militaires, on n'admet les vis que pour le talon et la cambrure, et l'on exige que la trépointe soit cousue.

Ces prodiges de bon marché, donnant lieu à des chiffres d'affaires considérables, ne sont pas les seuls dont le vêtement nous offre l'exemple.

M. Van Gorp a introduit en France la fabrication du bouton en ivoire végétal ou corozzo : le bouton coûte 2 à 2 1/2 centimes. M. Van Gorp produit pour fr. 500,000 de boutons.

MM. Parent et Hamet exposent des boutons de cuivre pour pantalons, à 1/2 centime pièce (fr. 5-30 le mille). Leur production est de fr. 800,000 par an.

MM. Rey, Cousin et Guleau fabriquent des chapeaux de paille, bien faits, de bon goût, valant de fr. 4 à fr. 27 la douzaine : le prix moyen paraît être de fr. 1-25 pièce environ,

car ils en fournissent annuellement 300,000 au prix de fr. 350,000 à fr. 400,000.

Cette maison indique qu'elle emploie 400 ouvriérs à la fabrication des chapeaux de paille. La maison Haas et C[ie], de Schrombourg (Wurtemberg), en emploie 6,000. Les deux paraissent être supérieures, pour les prix, aux exposants italiens. Tous sont menacés d'une redoutable concurrence : M. Jos. Joh. Hossner, à Schluckenau, en Bohême, imite les chapeaux de paille à s'y méprendre, au moyen de copeaux de bois, et vend à 9 centimes le chapeau.

Avant de passer aux aliments, je tiens à signaler les membres artificiels produits par M. le comte de Beaufort. Je désire qu'ils ne doivent pas donner lieu à un gros chiffre d'affaires, et M. le comte de Beaufort le désire autant que personne; ils constituent des prodiges de bon marché et d'utilité. Ces membres artificiels coûtent de fr. 7 à fr. 15, et ils ont été perfectionnés avec une telle entente, que la perte d'un membre ne doit plus être un obstacle à l'accomplissement d'importants devoirs professionnels. On m'a cité un conseiller à une cour d'appel, marchant à l'aide de deux jambes de bois, et remplissant ses fonctions judiciaires avec une régularité exemplaire.

J'ai rencontré un jeune officier qui demeurait en activité de service, malgré la perte de l'avant-bras droit et d'une jambe. Il marchait sans canne, et la main artificielle maintenait si bien la plume et le crayon, qu'il n'était point empêché d'écrire et de dessiner.

§ 3.

DES ALIMENTS.

Le pain est le premier de nos aliments, il les symbolise tous; c'est celui dont la consommation est la plus répandue.

Il semble, d'après cela, que la fabrication en doive être portée depuis longtemps au plus haut degré de perfection. Et pourtant personne n'ignore que cet aliment diffère beaucoup en qualité, d'une localité à l'autre. Cela prouve tout au moins que les meilleures méthodes de fabrication ne sont pas répandues partout. Dans nos provinces flamandes notamment, et surtout dans les campagnes, le pain est généralement détestable. Il y a lieu de s'étonner qu'un pays aussi avancé sous le rapport de la culture soit aussi arriéré sous le rapport de la boulangerie. Le pain qu'elle fournit, dans nos provinces flamandes, est d'une digestion si difficile qu'on en doit forcément limiter la consommation et le remplacer en grande partie par des légumes, notamment par la pomme de terre. Cependant celle-ci constitue généralement un aliment plus coûteux et moins approprié, moins complet que le pain, et l'on éprouve le besoin de la compléter par une addition d'aliments riches en azote.

A l'homme adulte, pesant kil. 62,54, il faut par jour, pour sa ration complète, gr. 25,01 d'azote et gr. 309 de carbone (1), c'est-à-dire que ses aliments doivent contenir environ un gramme d'azote pour douze grammes de carbone. Or il est des qualités de farine qui contiennent à peu près le carbone et l'azote dans ces proportions, tandis que la pomme de terre contient 30 fois autant de carbone que d'azote ; le riz contient 39 fois et le maïs 22 fois autant de carbone que d'azote. Il résulte de là que les populations qui basent principalement leur alimentation sur la pomme de terre, le riz ou le maïs, doivent, pour se procurer la quantité d'azote nécessaire, prendre bien plus de carbone que si elles se nourrissaient de pain.

Dans les matières animales, la viande, le poisson, le fro-

(1) Cours d'agriculture, par le comte de Gasparin, tome V.

mage, les œufs, l'azote est au carbone dans le rapport de 1 : 3.5; mais on sait que ces aliments reviennent à un prix bien plus élevé que le pain, la pomme de terre, le riz, etc.

On comprend, d'après cela, que l'azote forme en quelque sorte la partie coûteuse de notre alimentation.

De plus, un poids donné de pain retient d'autant plus d'eau à la panification qu'il est plus riche en azote.

Et pourtant les farines les plus riches en azote ne sont point les plus estimées. Ainsi la farine de froment n° 2 de Vienne ne contient que 2,12 d'azote pour 45,18 de carbone. Le pain qu'elle fournit ne donne un aliment complet que pour autant qu'on l'associe à de la viande ou du poisson, du fromage, etc. Et l'on met au troisième rang une farine qui contient 3,44 d'azote pour 46,88 de carbone, soit environ un d'azote pour treize de carbone.

Cela tient à ce que la farine moins riche en azote fournit un pain plus blanc, plus beau, plus léger, plus facile à digérer que la farine la plus riche et la plus nourrissante. Celle-ci, à moins que la pâte ne soit fortement pétrie, donne un pain lourd et indigeste.

Le pétrissage mécanique de la pâte, en permettant un travail complet, doit donc permettre de produire un pain plus azoté que le pétrissage à la main, qui est moins efficace.

« La fatigue exorbitante du pétrissage à bras, disent » Messieurs Lebaudy et Landry (1), exige l'emploi de farines » très-affleurées et dont la blancheur séduit le consommateur. » L'eau et le levain pénètrent facilement et promptement dans » ces farines, qui proviennent surtout des blés tendres.

» Les blés durs, au contraire, produisent beaucoup plus de

---

(1) Création et exploitation des boulangeries avec le système complet de panification de MM. Louis Lebaudy et Hippolyte Landry.

» farine gruauleuse, moins blanche, mais bien plus avanta-
» geuse à l'alimentation, par la raison qu'elle conserve intactes
» les propriétés originaires du froment. Seulement l'eau ne
» peut pénétrer toutes les molécules des farines du blé dur
» qu'à l'aide d'un pétrissage pénible et prolongé pour lequel la
» force de l'homme est impuissante. Le pétrin mécanique avec
» moteur est alors indispensable.

» En attendant, la grande majorité de la population de
» Paris, celle qui fait du pain son principal aliment, est privée
» de pain de ménage substantiel et économique, se conservant
» mieux rassis et qui, tout en étant meilleur, se vendrait moins
» cher, attendu que les farines de blés durs, rondes, gruau-
» leuses, donnent un rendement supérieur de 5 à 7 % avec
» notre pétrisseuse. »

J'ai vu fonctionner plusieurs fois cette pétrisseuse dans le local de l'Exposition même : elle était mise en activité par une machine à vapeur de trois à quatre chevaux ; une petite chaudière produisait la vapeur et l'eau chaude nécessaire, au moyen de la chaleur perdue des fours. Le travail m'a paru parfait, et le pain fabriqué était d'excellente qualité : on en mangeait chez les restaurateurs établis dans le palais de l'Exposition.

Ce pain présenterait pour la consommation en Belgique des inconvénients qui tiennent à la manière de consommer le pain. Ils ont été signalés par un ouvrier boulanger d'Anvers, M. Verbist.

A Paris, lorsqu'on mange le pain avec du beurre, on applique celui-ci sur chaque bouchée de pain isolée, tandis qu'en Belgique, comme en Angleterre, on enduit le pain d'une couche de beurre régulière. Or, lorsque le pain offre de grandes cavités, le beurre s'y introduit dans une proportion qui effraie à juste titre les ménagères économes ; si bien que celles-ci préfèrent le pain moins poreux, exempt de ces cavités

qu'elles désignent sous le nom pittoresque de *voleurs de beurre* (boterdieven).

Évidemment ces cavités, qu'on recherche à Paris et qu'on est obligé d'éviter en Belgique, du moins pour le pain de ménage, ne sont point propres au pain fait à la pétrisseuse et il serait aisé de les éviter.

Il serait aisé également, en substituant la levure au levain de pâte aigrie, de faire un pain qui ne deviendrait pas aigre en devenant rassis.

M. Liebig s'est occupé du moyen de supprimer l'une et l'autre, la levure et le levain. Il évite ainsi la fermentation, qui dissipe environ 3 p. c. du poids de la farine. Afin d'assurer à la pâte la légèreté que lui donne le dégagement d'acide carbonique produit par la fermentation, il y introduit un mélange de phosphate acide de chaux et de bicarbonate de potasse; il restitue ainsi à la farine le phosphate de chaux qu'on lui a enlevé en éliminant le son, et obtient d'une même quantité de farine 3 p. c. de pain de plus.

Si l'on songe à l'énorme consommation de pain que réclame l'alimentation de l'homme, on est forcé d'attacher une extrême importance à une économie dans la fabrication, et il semble qu'il suffise de répandre, de vulgariser les faits connus, avec leurs conséquences pratiques, pour arriver à une économie de 8 à 10 p. c.

M. Liebig s'est également occupé de recherches pratiques sur un autre aliment que nous mettrions sur la même ligne que le pain, s'il n'était à un prix inabordable pour l'immense majorité de l'ancien monde.

L'extrait de viande de Liebig a fait son apparition sur le marché, au moment où s'organisait l'Exposition universelle de Paris. Les recherches de l'illustre chimiste allemand sur la viande remontaient alors à vingt ans déjà; il les avait publiées

en 1847, mais l'extrait de viande avait été jusque lors fabriqué au moyen de viande de boucherie, et il revenait à fr. 40 la livre.

M. Liebig appela l'attention sur les avantages que présenterait la fabrication de cet extrait en Podolie, à Buenos-Ayres, en Australie, pendant quinze ans, mais en vain.

Cependant une société anversoise avait acquis des terrains considérables et d'une grande fertilité, dans le Bas-Uruguay, près de Fray-Bentoz. Les directeurs, M. Jos. Bennert et M. Giebert, eurent l'idée d'annexer à leur exploitation la fabrication de l'extrait de viande. M. Giebert se rendit en conséquence à Munich, au commencement de 1862, et il eut de fréquents entretiens avec M. le baron Liebig, qui lui enseigna le procédé à suivre pour l'obtention de l'extrait de viande. Il retourna ensuite dans l'Uruguay, à Fray-Bentoz, « mais, dit » M. Liebig (1), il se passa un certain temps avant que les » machines et appareils fussent exécutés et rendus sur les » lieux, avant que toutes les difficultés du montage, qui ren- » dent toujours pénible l'introduction et l'installation d'une » nouvelle industrie, surtout dans un pays où les ouvriers » habiles manquent complétement, fussent surmontées; avant » que M. Giebert fût, après de grands efforts et, par suite, » après de grandes dépenses, prêt à commencer la fabri- » cation. »

Ce ne fut donc qu'en janvier 1865 que M. Liebig reçut un premier envoi de 80 livres d'extrait de viande de bœuf et de 30 livres d'extrait de viande de mouton de M. Giebert, devenu Directeur des établissements de la Compagnie anglaise de l'extrait de viande de Liebig, dans l'Amérique du Sud.

Trois ans après, la fabrication avait déjà pris une extension

---

(1) Annales de chimie et de pharmacie, tome 133.

considérable, comme on le verra par l'extrait suivant d'une lettre que voulut bien m'adresser M. Jos. Bennert, à la date du 8 mars 1868 :

» D'après les données officielles, on a exporté, en 1867, » de Rio de la Plata, 3,300,000 cuirs. Comme les cuirs y » payent un droit de sortie, on en déclare presque toujours » une quantité inférieure à la réalité, et on peut donc dire que » l'exportation de 1867 s'élève, comme celles des années pré- » cédentes, à trois millions et demi environ de cuirs.

» En admettant que chaque bête fournit environ 300 livres » de viande, on trouve une quantité annuelle d'un milliard de » livres de viande. Calculez quelle quantité on pourrait en » transporter en Europe, si l'on avait un moyen sûr de le » faire dans une condition pratique et de bonne conservation! » Après beaucoup d'efforts malheureux pour expédier cette » viande dans une condition acceptable, on a reconnu que la » fabrication de l'extrait de viande à La Plata présente le seul » moyen facile et pratique d'utiliser les énormes quantités de » viande dont on ne sait que faire, et dont l'exportation au » Brésil et à la Havane, comme nourriture pour les esclaves » (carne seco), ne couvre plus les frais de main-d'œuvre pour » les saladeristes.

» Il s'ensuit que ceux-ci, pour utiliser les viandes de » leurs saladeros, seront forcés de joindre à leur industrie » d'abatage, dans laquelle ils ne récoltent que les peaux » et le suif, celle de la fabrication de l'extrait de viande. » Nous les voyons entrer franchement dans cette voie. On » fait même dans ce moment en Belgique un établissement » entier pour la fabrication de l'extrait de viande, qui sera » expédié sous peu pour Rio de la Plata (1). Nous dirons

---

(1) Il s'agit évidemment ici de l'usine de MM. A. Benites et C[ie], dans la République

» donc, et nous en sommes sûr, que *l'Extrait de viande*
» *transformera l'industrie nationale au Rio de la Plata.*

» Jusqu'à présent cette fabrication de l'extrait de viande ne
» se fait sur une grande échelle industrielle qu'à Fray-Bentoz
» et par la Liebig s' Extract of meat company (limited). Tout
» le produit est expédié à Anvers, où se trouve le dépôt général
» de la Compagnie.

» En 1867, le travail à Fray-Bentoz a exigé 35 livres de
» viande pure (ce qui équivaut à 50 livres de viande de
» boucherie ordinaire) pour une livre d'extrait de viande, et
» chaque bœuf a donné en moyenne 7 1/2 à 8 livres d'extrait.

» On y produit actuellement environ 1,600 livres par
» jour, pour lesquelles on abat journellement 200 têtes de
» bétail. Dans peu de temps, on abattra 300 têtes par jour
» pour une production journalière de 2,000 à 2,500 livres
» d'extrait. »

Il résulte des renseignements qui me sont transmis au moment de la publication de ce rapport, que la Compagnie Liebig emploie à elle seule près de 800 ouvriers à Fray-Bentoz. Au dépôt général, à Anvers, elle en emploie 50 pour l'empaquetage et les expéditions. Sa production a été sextuplée depuis 1866.

Le chocolat présente, au point de vue de la consommation, une importance bien plus grande en France qu'en Belgique. L'usage journalier du chocolat au lait ou à l'eau est très-répandu en France, notamment à Paris. Il est exceptionnel en Belgique, tandis que l'usage du café est plus répandu chez nous que chez les nations voisines.

Nous n'avons donc qu'un médiocre intérêt engagé dans la

Argentine. Le produit se vend à fr. 9-50 la livre : celui de la fabrique de Fray-Bentos se vend actuellement (mai 1870) à fr. 12 la livre anglaise.

question de savoir si l'on est parvenu en réalité à produire un bon chocolat à fr. 2 ou à fr. 2.50 le kilogramme, ou si l'on ne parvient à réduire le prix en dessous de fr. 5 qu'en cessant de faire du véritable chocolat. Les avis ont été partagés sur cette question.

Après cela, chocolat ou non, le produit à bas prix était fort agréable, bien soigné, et l'on peut se demander si les intérêts du consommateur réclament que l'on conteste le nom de chocolat à telle boisson, très-bienfaisante d'ailleurs, qui ne contiendrait pas une proportion donnée de cacao.

La réputation du chocolat parisien, soit qu'il s'agisse des qualités les plus fines, soit qu'on entende parler des produits économiques, est incontestée.

Il en est de même du café parisien, et l'on boit incontestablement un meilleur café à Paris qu'à Londres ou à Amsterdam.

Le fait est d'autant plus remarquable qu'on a tout au moins autant qu'à Paris le choix de la matière première dans ces grands ports de commerce. Mais à Paris, les détails de la préparation sont plus soignés, et l'on attache notamment une grande importance à la manière de torréfier la fève et de filtrer le liquide préparé.

La chicorée forme dans nos pays un succédané du café, qui présente à un degré marqué l'avantage du bas prix. Et il y a lieu de juger que cet avantage n'est pas le seul, puisqu'on préfère la chicorée au café dans des pays où ce dernier coûte moins, et notamment à Manille. On comprend difficilement, d'après cela, que la Belgique n'en eût pas exposé dans la 91e classe.

Elle n'avait pas envoyé non plus de bière : il n'y en avait pas dans la classe 91. Il y avait de bons vins à très-bon marché, et il n'est pas sans intérêt pour la Bel-

gique d'observer la marche de l'industrie viticole en France.

Divers faits tendent à augmenter l'usage du vin dans notre pays.

On comprend que l'usage des vins de France en Belgique était fort limité lorsque, à défaut de routes, on ne pouvait réussir à se procurer ces vins qu'à la condition de payer des frais de transport énormes; et, à part ces frais, on avait à lutter contre de grandes difficultés, à cause de la durée du transport, à cause des entraves que mettaient les octrois des diverses villes qui se trouvaient sur la route; pendant ce temps, les vins se trouvaient exposés à bien des causes d'altération et à des infidélités incessantes. Aussi notre consommation était-elle limitée autant que possible à celle des vins qui nous arrivaient par eau. Mais les chemins de fer nous ont ouvert des communications sûres, économiques et rapides avec les divers départements où l'on cultive la vigne, et nous ne sommes plus limités dans notre choix.

A la vérité, le vin est toujours pour notre pays une boisson de luxe. Mais les faits marchent vite à notre époque et l'usage établi résiste moins que par le passé à leur entraînement logique.

On ne voit donc pas pourquoi le vin ne prendrait pas dans la consommation générale la place nouvelle que lui assignent son prix et ses qualités.

Or il y avait, à l'Exposition universelle, des vins de l'Hérault dont le prix descend jusqu'à 9 francs l'hectolitre.

Ces vins sont bons, agréables à boire, digestifs, et, en tout cas, ils ont le mérite de fournir la quantité d'alcool que, à tort ou à raison, nous avons généralement l'habitude de prendre et qui nous est devenue nécessaire.

Ils contiennent sans aucun doute 15 p. c. d'alcool, c'est-à-dire quatre fois autant que certaines bières réputées fortes. Ces

bières se vendent 15 à 16 francs l'hectolitre; elles fournissent par conséquent l'alcool au prix auquel le vin nous le fournirait, si celui-ci valait 60 à 64 francs l'hectolitre, prix auquel on pourrait très-probablement fournir en Belgique un bon vin de table de l'Hérault. Ce prix comprend 23 francs de droits de douane et d'accise, tandis que l'accise sur la bière n'est que de 1 fr. 89 c. l'hectolitre.

Le vin aurait sur la bière l'avantage de se garder mieux et de prendre moins de place.

On peut garder le vin pendant plusieurs mois au rez-de-chaussée ou même à l'étage, tandis qu'il faut nécessairement une bonne cave pour garder la bière, et il est à remarquer que celle-ci, en barrique ou en bouteilles, prend quatre fois autant de place que l'équivalent en vin.

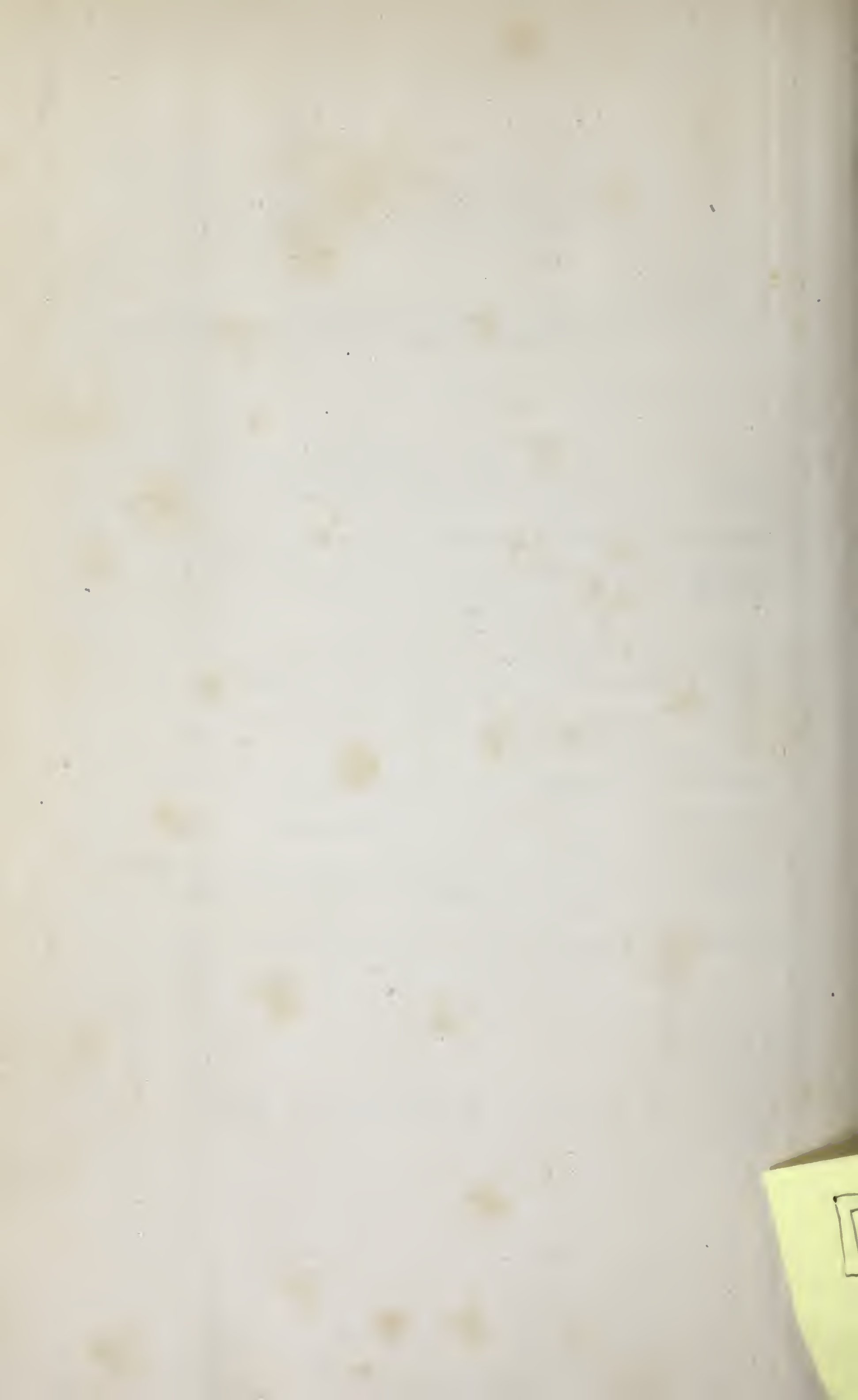
Ici se termine mon Rapport. En l'écrivant, j'ai eu bien plus en vue de montrer quel parti nous pouvions tirer de l'examen des produits exposés par d'autres nations et surtout par la France, que de signaler le mérite du trop petit nombre d'exposants belges. Ce mérite, le jury l'a hautement proclamé en allouant quatre récompenses pour cinq exposants, notamment une médaille d'or pour M. de Cartier, d'Auderghem, et une médaille d'argent pour MM. Lemaieur frères, de Bruxelles.

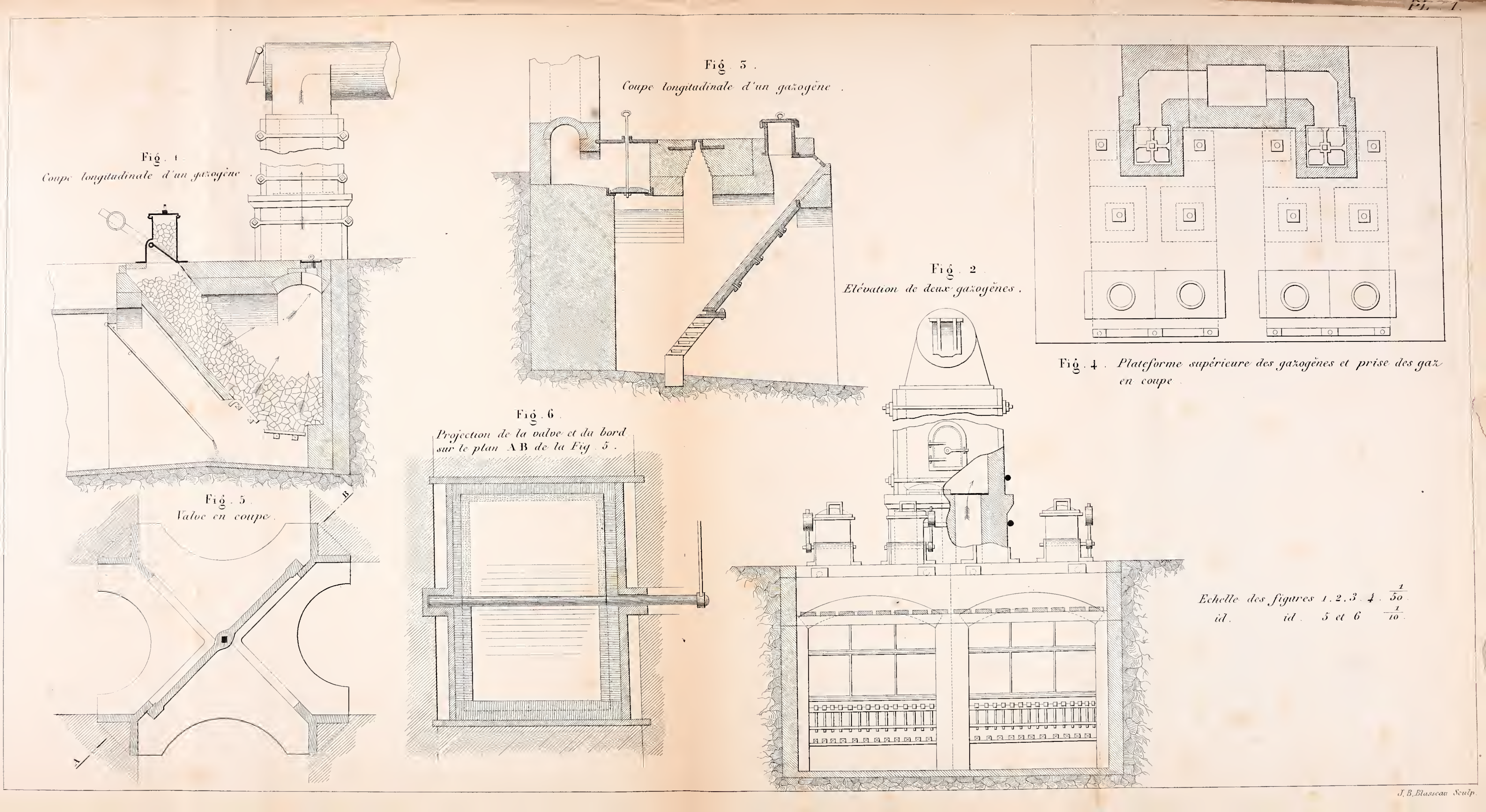
E. Jacquemyns.

TABLE DES MATIÈRES.

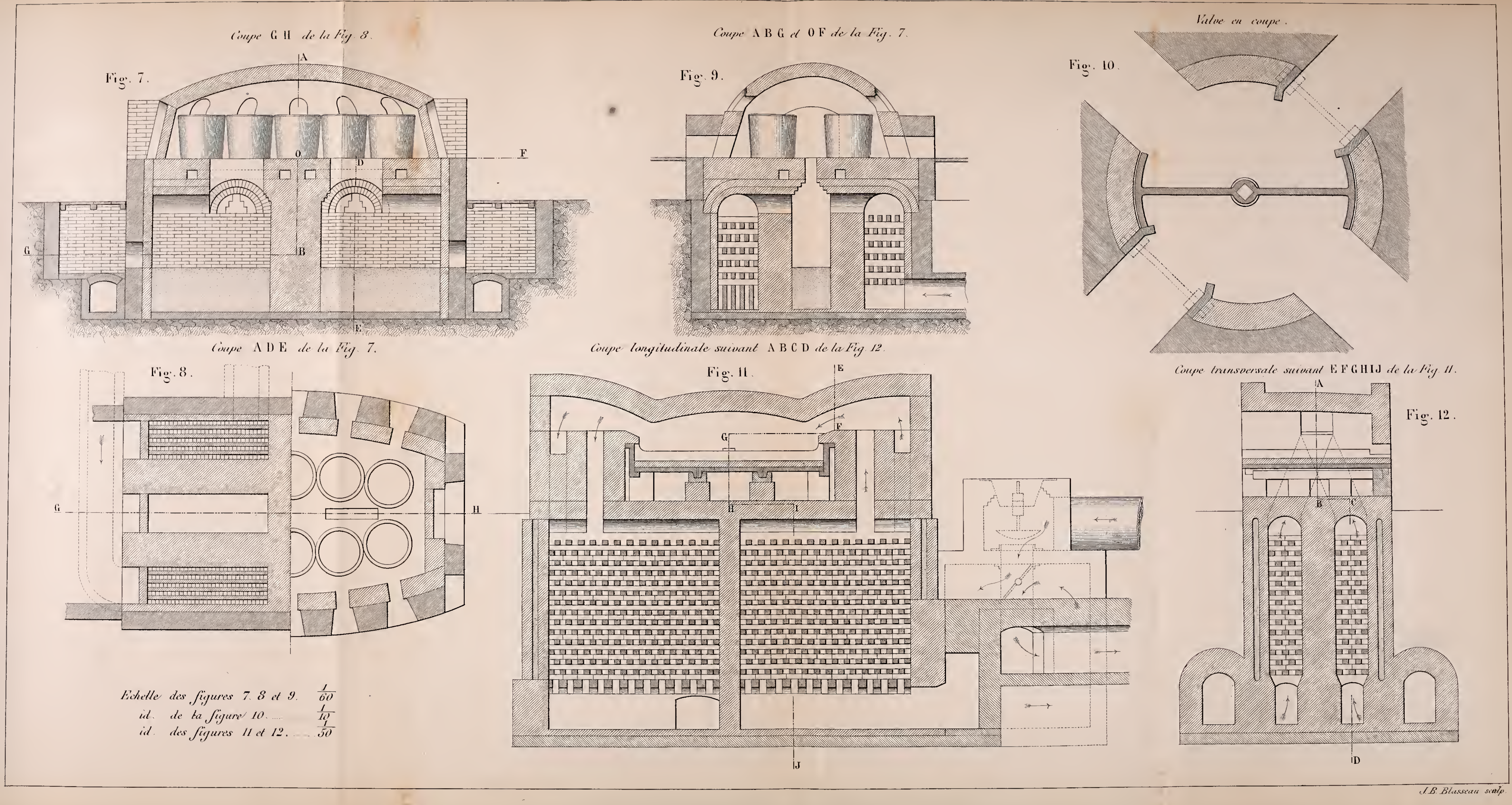
RAPPORTS DES MEMBRES DE LA SECTION BELGE DU JURY INTERNATIONAL DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE PARIS.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU QUATRIÈME VOLUME.

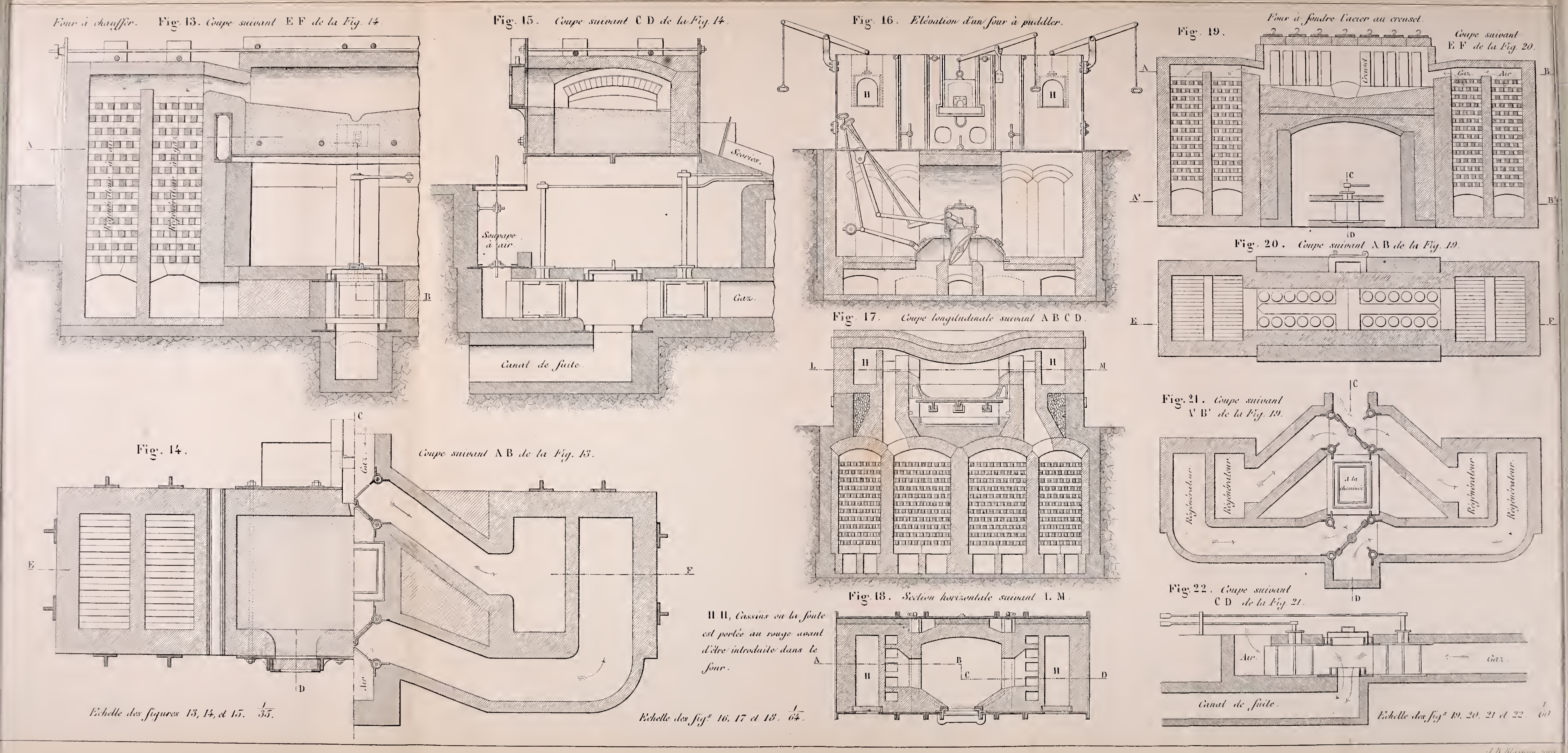



Fig. 1.
Coupe longitudinale d'un gazogène.
Fig. 3.
Coupe longitudinale d'un gazogène.
Fig. 2.
Élévation de deux gazogènes.
Fig. 4. Plateforme supérieure des gazogènes et prise des gaz en coupe.
Fig. 5.
Valve en coupe.
Fig. 6.
Projection de la valve et du bord sur le plan AB de la Fig. 5.
A
B
Echelle des figures 1, 2, 3, 4. 1/50
id. id. 5 et 6 1/10
J. B. Blasseau Sculp.

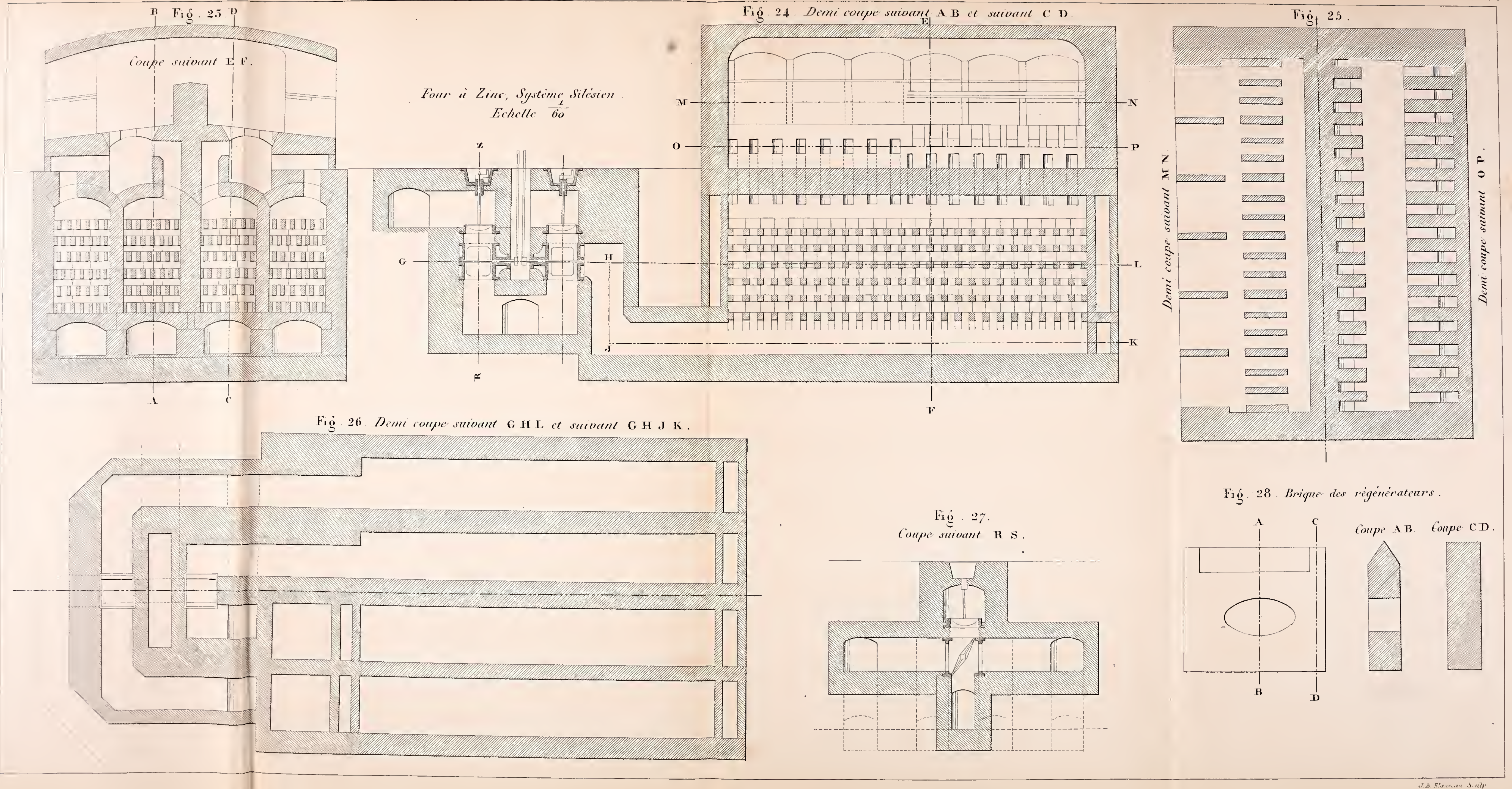


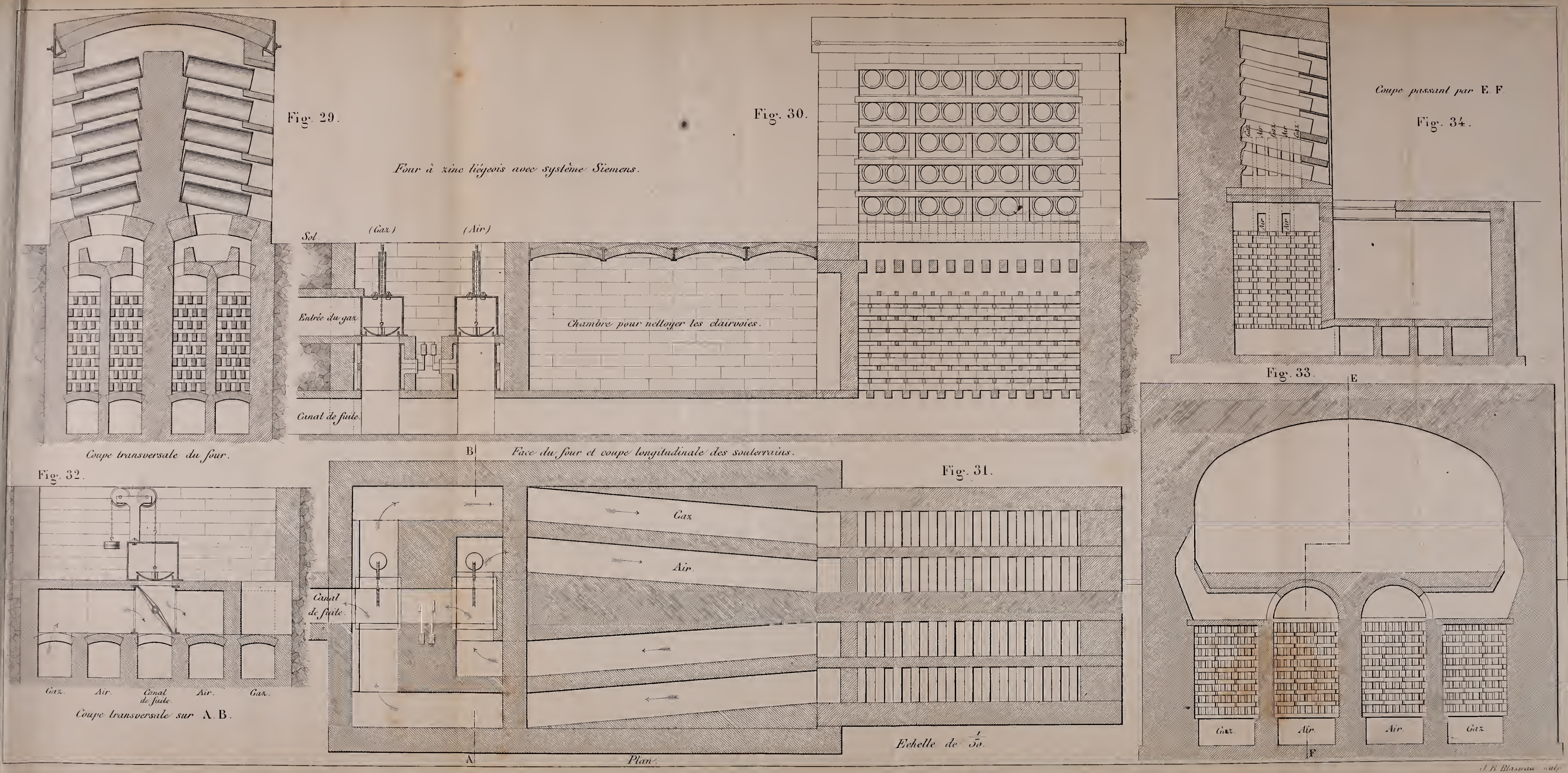

Coupe G H de la Fig. 8.
Fig. 7.
Coupe A B G et O F de la Fig. 7.
Fig. 9.
Valve en coupe.
Fig. 10.
Coupe A D E de la Fig. 7.
Fig. 8.
Coupe longitudinale suivant A B C D de la Fig. 12.
Fig. 11.
Coupe transversale suivant E F G H I J de la Fig. 11.
Fig. 12.
Echelle des figures 7. 8 et 9. 1/60
id. de la figure 10. 1/10
id. des figures 11 et 12. 1/50
J.B. Blasseau sculp.

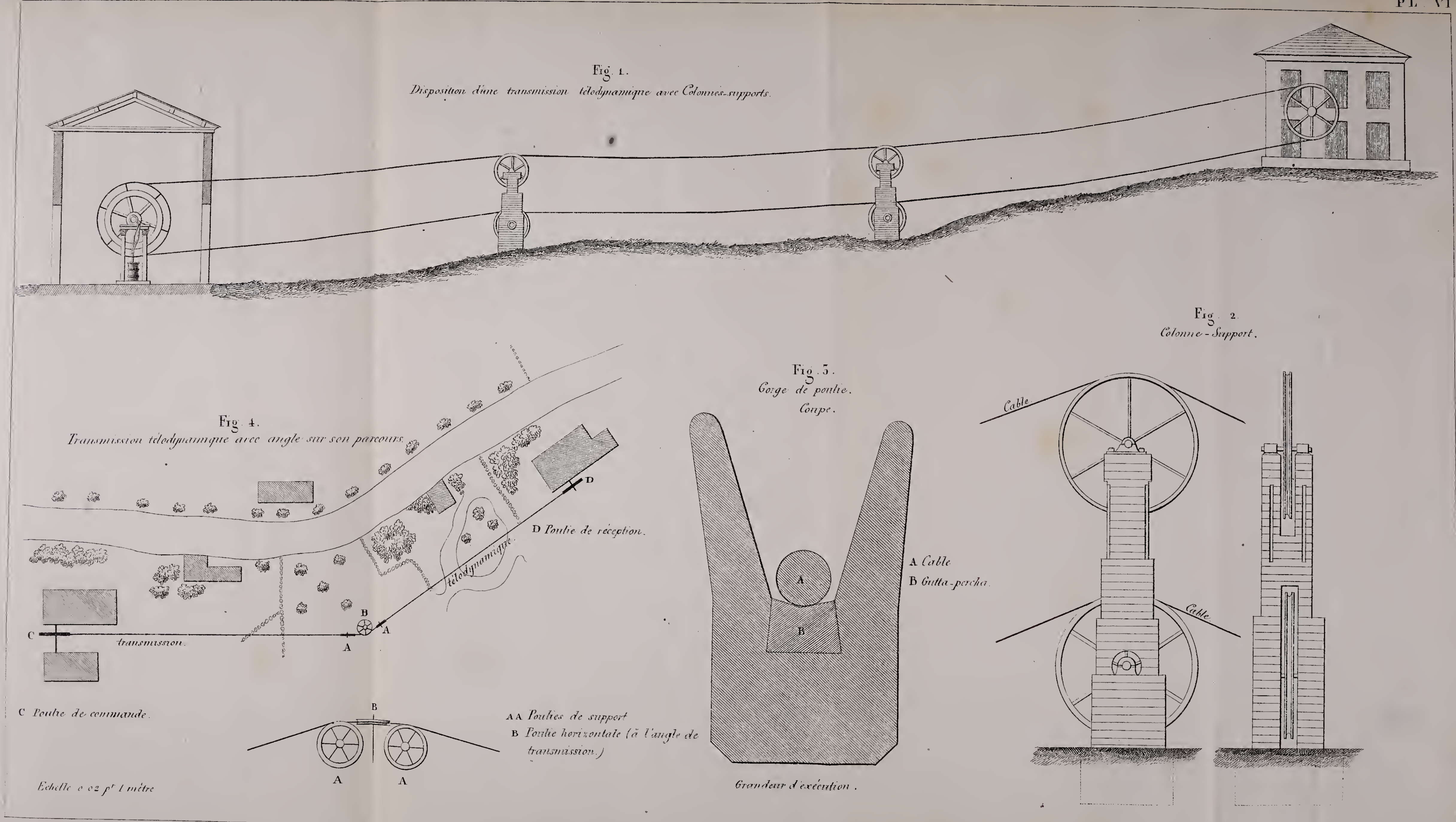



Four à chauffer. Fig. 13. Coupe suivant E F de la Fig. 14
Fig. 15. Coupe suivant C D de la Fig. 14.
Fig. 16. Élévation d'un four à puddler.
Fig. 19. Four à fondre l'acier au creuset. Coupe suivant E F de la Fig. 20.
Régénérateur à air
Régénérateur à gaz
Soupape à air
Scories
Gaz
Canal de fuite
Fig. 17. Coupe longitudinale suivant A B C D.
Fig. 20. Coupe suivant A B de la Fig. 19.
Fig. 14. Coupe suivant A B de la Fig. 13.
Fig. 21. Coupe suivant A' B' de la Fig. 19.
Régénérateur
A la cheminée
Fig. 18. Section horizontale suivant L M.
H H, Cassins ou la fonte est portée au rouge avant d'être introduite dans le four.
Fig. 22. Coupe suivant C D de la Fig. 21.
Air
Gaz
Canal de fuite
Échelle des figures 13, 14, et 15. 1/35.
Échelle des fig^s 16, 17 et 18. 1/64.
Échelle des fig^s 19, 20, 21 et 22. 1/60




Four à Zinc, Système Silésien.
Echelle 1/60
Fig. 23. Coupe suivant E F.
Fig. 24. Demi coupe suivant A B et suivant C D.
Fig. 25. Demi coupe suivant M N. Demi coupe suivant O P.
Fig. 26. Demi coupe suivant G H L et suivant G H J K.
Fig. 27. Coupe suivant R S.
Fig. 28. Brique des régénérateurs.
Coupe A B. Coupe C D.
J. b. Eberhart sculp.


Fig. 29.
Four à zinc liégeois avec système Siemens.
Fig. 30.
Coupe passant par E. F.
Fig. 34.
Sol.
(Gaz)
(Air)
Entrée du gaz
Chambre pour nettoyer les clairvoies.
Canal de fuite.
Air
Air
Fig. 33.
E
Coupe transversale du four.
B
Face du four et coupe longitudinale des souterrains.
Fig. 32.
Fig. 31.
Gaz
Air.
Canal de fuite.
Gaz.
Air.
Canal de fuite.
Air.
Gaz.
Coupe transversale sur A.B.
Gaz.
Air.
Air.
Gaz.
Echelle de 1/50.
A
Plan.
F
J. B. Blasseau sculp.


Fig. 1.
Disposition d'une transmission télodynamique avec Colonnes-supports.
Fig. 2.
Colonne-Support.
Cable
Cable
Fig. 3.
Gorge de poulie.
Coupe.
A
B
A Cable
B Gutta-percha.
Grandeur d'exécution.
Fig. 4.
Transmission télodynamique avec angle sur son parcours.
D
D Poulie de réception.
télodynamique
B
A
A
C
transmission.
C Poulie de commande.
B
A
A
AA Poulies de support
B Poulie horizontale (à l'angle de transmission.)
Echelle 0 02 p^r 1 mètre

